

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. Februar 2004 (12.02.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/012759 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **A61K 38/18**,
A61P 9/00

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP2003/008229**

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Juli 2003 (25.07.2003)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:
102 34 192.3 26. Juli 2002 (26.07.2002) **DE**

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: **BAHLMANN, Ferdinand, Hermann**
[DE/DE]; Tieckstrasse 24, 30625 Hannover (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HALLER, Hermann**
[DE/DE]; An der Trift 8D, 30559 Hannover (DE).

(74) Anwälte: **SCHRELL, Andreas** usw.; Leitzstrasse 45,
70469 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

WO 2004/012759 A2

(54) Title: **USE OF ERYTHROPOIETIN**

(54) Bezeichnung: **VERWENDUNG VON ERYTHROPOETIN**

(57) Abstract: The invention relates to the use of erythropoietin for stimulation of the physiological mobilisation, proliferation and differentiation of endothelial precursor cells, for stimulation of vasculogenesis, for the treatment of diseases related to a dysfunction of endothelial precursor cells and for the production of pharmaceutical compositions for the treatment of such diseases and pharmaceutical compositions comprising erythropoietin and other agents suitable for stimulation of endothelial precursor cells.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft die Verwendung von Erythropoietin zur Stimulierung der physiologischen Mobilisierung, Proliferation und Differenzierung endothelialer Vorläuferzellen, zur Stimulierung der Vaskulogenese, zur Therapie von Krankheiten, die mit einer Dysfunktion endothelialer Vorläuferzellen im Zusammenhang stehen, und zur Herstellung pharmazeutischer Zusammensetzungen zur Behandlung derartiger Krankheiten sowie pharmazeutische Zusammensetzungen, die Erythropoietin und andere geeignete Wirkstoffe zur Stimulation endothelialer Vorläuferzellen umfassen.

Verwendung von Erythropoietin

Beschreibung

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft die Verwendung von Erythropoietin zur Stimulierung der physiologischen Mobilisierung, Proliferation und Differenzierung endothelialer Vorläuferzellen, zur Stimulierung der Vaskulogenese, zur Therapie von Krankheiten,
10 ten, die mit einer Dysfunktion endothelialer Vorläuferzellen im Zusammenhang stehen, und zur Herstellung pharmazeutischer Zusammensetzungen zur Behandlung solcher Krankheiten sowie pharmazeutische Zusammensetzungen, die Erythropoietin und andere
15 geeignete Wirkstoffe zur Stimulation endothelialer Vorläuferzellen umfassen.

- Das Gefäßendothel ist eine Schicht von Zellen, die die Blutgefäße auskleidet. Das Endothel trennt das Blut von anderen Gefäßschichten, wobei das Endothel
20 nicht allein eine passive Barriere darstellt, sondern aktiv in die Regulation des Gefäßtonus eingreift. Dementsprechend wird auch von einer Endothel-abhängigen Vasodilatation gesprochen. Auf Grund seiner Lage ist das Endothel permanent dem
25 hämodynamischen Stress und dem metabolischen Stress ausgesetzt. Bei pathogenen Zuständen, beispielsweise erhöhtem Blutdruck, erhöhten LDL-Werten, eingeschränkter Nierenfunktion oder erhöhtem Blutzucker, kommt es daher häufig zu funktionellen Defekten des
30 Endothels, denen dann morphologisch fassbare Schäden, wie die Bildung atherosklerotischer Plaques folgen können. Ein sehr frühes Zeichen einer geän-

-2-

derten beziehungsweise reduzierten endothelialen Funktion beziehungsweise endothelialen Dysfunktion ist eine Verminderung der Endothel-abhängigen Vasodilatation.

- 5 Bei koronarer Herzkrankheit (KHK), aber auch bei vorhandenen Risikofaktoren ohne KHK, beispielsweise Hypertonie, Hyperlipoproteinämie oder Diabetes, äußern sich Endothel-Funktionsdefekte in einer verminderten Produktion von NO (=EDRF) und erhöhter
- 10 Endothelin-Produktion. Hohe Plasmaspiegel von Endothelin führen zu abnormalem Zusammenwachsen von Zellen, Entzündungen, Gefäßwucherungen und starken Gefäßverengungen. Endothel-Funktionsstörungen sind zudem durch eine verstärkte Produktion von Adhäsionsmolekülen wie ICAM-1 und VCAM-1 gekennzeichnet,
- 15 wodurch Thrombozyten und Monozyten in erhöhtem Maße am Endothel haften. Dadurch bedingt kommt es zu einer Erhöhung des Gefäßtonus. Somit bildet sich bei verschiedensten Systemen ein Ungleichgewicht heraus, wobei Vasokonstriktion, Adhäsion, Aggregation, Koagulation, Atherosklerose und Atherothrombose begünstigt werden. Selbst mentaler Stress führt zu
- 20 einer messbaren Endothel-Dysfunktion, die bis zu 4 Stunden anhalten kann.
- 25 Endothelzellen sind auch an der Bildung neuer Blutgefäße beteiligt. Die Bildung von Blutgefäßen ist bei einer Vielzahl von Vorgängen, wie zum Beispiel der Embryogenese, dem weiblichen Reproduktionszyklus, der Wundheilung, dem Tumorwachstum und der Neovaskularisierung ischämischer Bereiche, von Bedeutung. Ursprünglich wurde die postnatale Blutgefäßbildung, also die Blutgefäßbildung nach der Geburt,
- 30

hauptsächlich auf angiogenetische Prozesse zurückgeführt. Unter Angiogenese wird die Ausbildung neuer Blutgefäße durch das Aussprossen von Kapillaren aus einem bereits bestehenden Gefäßsystem verstanden. Bei der Angiogenese wird zunächst die die Blutgefäße umgebende Basalmembran mittels proteolytischer Enzyme abgebaut und die extrazelluläre Matrix im perivaskulären Raum fragmentiert. Die dabei freigesetzten angiogenen Stimuli bewirken, dass bereits vorhandene ausdifferenzierte Endothelzellen in Richtung des chemotaktischen Reizes migrieren, wobei sie gleichzeitig proliferieren und umgebaut werden. Durch die Aneinanderlagerung von Endothelzellen werden dann neue Gefäßschleifen mit einem kapillarförmigen Lumen ausgebildet. Danach setzt die Synthese einer neuen Basalmembran ein.

Neuere Untersuchungen zeigen jedoch, dass die Bildung neuer Blutgefäße im adulten Organismus nicht nur auf Angiogenese beruht, sondern auch auf vaskulogenetischen Mechanismen. Unter Vaskulogenese wird die Gefäßneubildung aus sich in situ differenzierenden endothelialen Vorläuferzellen verstanden. Das Dogma, dass die Vaskulogenese auf die Embryogenese beschränkt ist, wurde durch den Nachweis endothelialer Vorläuferzellen (EPC) im peripheren Blut von gesunden Menschen und Tieren widerlegt. Unter Verwendung von Tiermodellen konnte belegt werden, dass die aus dem Knochenmark stammenden endothelialen Vorläuferzellen aktiv an der Neovaskularisation beteiligt sind. Auch wurde gezeigt, dass sich in ischämischen Regionen eine spezifische CD34-positive Untergruppe von Leukozyten festsetzt, die Endothel-spezifische Antigene exprimiert. Darüber

- hinaus lassen sich aus CD133⁺- und CD34⁺-Zellen in vitro endotheliale Vorläuferzellen (EPC) gewinnen, die einen signifikanten Beitrag zur Blutgefäßbildung im adulten Organismus leisten (Asahara et al., Science, 275 (1997), 964-967; Crosby et al., Circ. Res., 87 (2000), 728-730; Gehling et al., Blood, 95 (2000), 3106-3112). Ferner wurde gezeigt, dass die Injektion von isolierten CD34⁺-Zellen oder kultivierten endothelialen Vorläuferzellen die Wiederherstellung des Blutflusses bei diabetischen Mäusen beschleunigt (Schattelman et al., J. Clin. Invest., 106 (2000), 571-578) und die Neovaskularisierung in vivo verbessert (Asahara et al., Circ. Res., 85 (1999), 221-228; Crosby et al., Circ. Res., 87 (2000), 728-730; Murohara et al., J. Clin. Invest., 105 (2000), 1527-1536). Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass eine durch CD34⁺-Zellen induzierte Neovaskularisierung die Herzfunktion verbessert (Kocher et al., Nat. Med., 7 (2001), 430-436).
- Die der Mobilisierung und Differenzierung endothelialer Vorläuferzellen zugrunde liegenden Mechanismen sind jedoch noch nicht vollständig geklärt. Molekular- und zellbiologische Untersuchungen deuten darauf hin, dass verschiedene Cytokine und angiogene Wachstumsfaktoren stimulierend auf die Mobilisierung endothelialer Vorläuferzellen im Knochenmark wirken. So ist bekannt, dass proangiogene Faktoren wie VEGF und GM-CSF die Anzahl endothelialer Vorläuferzellen erhöhen können (Asahara et al., EMBO J., 18 (1999), 3964-3972; Takahashi et al., Nat. Med., 5 (1999), 434-438). Bei VEGF (Vascular Endothelial Growth Factor) handelt es sich um ein in verschiedenen Isoformen vorkommendes Protein,

das an die beiden Tyrosinkinase-Rezeptoren VEGF-R1 (flt-1) und VEGF-R2 (flk-1) bindet, die beispielsweise auf der Oberfläche wachsender Endothelzellen vorkommen (Wernert et al., Angew. Chemie, 21 (1999), 3432-3435). Die Aktivierung der VEGF-Rezeptoren führt über den Ras-Raf-MAP-Kinase-Weg zur Expression von Proteinasen und spezifischen Integrinen auf der Oberfläche von Endothelzellen beziehungsweise endothelialen Vorläuferzellen und schließlich zur Initiierung der Proliferation und Migration dieser Zellen in Richtung des angiogenen Stimulus. Bei GM-CSF (Granulozyten-Makrophagen-Koloniestimulierender Faktor) handelt es sich um ein Cytokin, das bislang vor allem für die Stimulation weißer Blutkörperchen einschließlich Neutrophiler, Makrophagen und Eosinophiler bekannt war. Von PIGF (Plazenta-Wachstumsfaktor) ist bekannt, dass er die Mobilisierung von Endothel-Vorläuferzellen stimuliert, nicht jedoch deren Proliferation. Aus Untersuchungen von Llevadot et al. (J. Clin. Invest., 108 (2001), 399-405) geht hervor, dass HMG-CoA-Reduktase-Inhibitoren, insbesondere Statine, die als Lipid-senkende Medikamente eingesetzt werden und die Morbidität und Mortalität einer Koronarkrankheit reduzieren, endotheliale Vorläuferzellen mobilisieren können. Dimmeler et al. (J. Clin. Invest., 108 (2001), 391-397) konnten ferner zeigen, dass Statine wie Atorvastatin und Simvastatin die Differenzierung endothelialer Vorläuferzellen in mononukleären Zellen und CD34⁺-Stammzellen, die aus peripherem Blut isoliert wurden, in vitro und in vivo signifikant verbessern. So führte die Behandlung von Mäusen mit Statinen zu einer erhöhten Anzahl differenzierter endothelialer

- 6 -

Vorläuferzellen, wobei Statine eine gleich starke Wirkung wie VEGF zeigten.

Die Stimulierung der Mobilisierung und/oder Differenzierung endothelialer Vorläuferzellen stellt eine wichtige neue therapeutische Strategie zur Erhöhung der postnatalen Neovaskularisation, insbesondere der Vaskulogenese, und zur Behandlung von Krankheiten, die im Zusammenhang mit einer Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen und/oder Endothelzellen stehen, dar.

Der vorliegenden Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, Mittel und Verfahren zur verbesserten Stimulation endothelialer Vorläuferzellen und zur Therapie von Erkrankungen bereitzustellen, die insbesondere im Zusammenhang mit einer Dysfunktion endothelialer Vorläuferzellen stehen.

Die vorliegende Erfindung löst dieses technische Problem durch die Lehre, Erythropoietin und/oder dessen Derivate zur Stimulation der physiologischen Mobilisierung endothelialer Vorläuferzellen, der Proliferation endothelialer Vorläuferzellen, der Differenzierung endothelialer Vorläuferzellen zu Endothelzellen und/oder der Migration endothelialer Vorläuferzellen in Richtung eines angiogenen oder vaskulogenen Stimulus in einem menschlichen oder tierischen Körper zu verwenden. Die vorliegende Erfindung löst dieses technische Problem auch durch die Lehre, Erythropoietin und/oder dessen Derivate zur Therapie von Krankheiten oder krankhafte Zuständen, die mit einer Dysfunktion von endothelia-

len Vorläuferzellen und/oder Endothelzellen im Zusammenhang stehen, zu verwenden.

Erfindungsgemäß wurde überraschenderweise festgestellt, dass eine Behandlung mit Erythropoietin zur
5 physiologischen Mobilisierung endothelialer Vorläuferzellen führt, wobei die Anzahl zirkulierender endothelialer Vorläuferzellen erhöht und deren Differenzierung induziert wird, insbesondere in vergleichsweise niedrigen EPO-Dosen. Darüber hinaus
10 werden unter bestimmten pathologischen Zuständen auftretende funktionelle Defizite der endothelialen Vorläuferzellen ausgeglichen. Erfindungsgemäß konnte gezeigt werden, dass bei Patienten mit chronischer Nierenerkrankung im Endstadium die Anzahl
15 zirkulierender Stammzellen genauso hoch ist wie bei gesunden Probanden, diese jedoch bei diesen Patienten die Fähigkeit zur Differenzierung zu Endothelzellen über endotheliale Vorläuferzellen verloren haben. So ist bei Patienten mit chronischer Nierenerkrankung die Anzahl von Zellen, die adhäsionsfähig sind und einen endothelialen Zell-Phänotyp zeigen, gegenüber gesunden Probanden deutlich vermindert. Erfindungsgemäß wurde nun festgestellt, dass
20 nach Behandlung dieser Patienten mit Erythropoietin die Anzahl zirkulierender Stammzellen signifikant um mehr als 50% ansteigt. Dabei erhöht sich insbesondere die Anzahl von Zellen, die einen endothelialen Phänotyp entwickeln, dramatisch. Wie mittels eines funktionellen Zellkulturtestes nachgewiesen,
25 erhöht sich durch die Erythropoietin-Behandlung die bei den Patienten mit chronischer Nierenerkrankung beeinträchtigte Fähigkeit der endothelialen Vorläuferzellerzellen zur Adhäsion um das Dreifache. Die
30

- Fähigkeit von sich differenzierenden endothelialen Vorläuferzellen beziehungsweise von Endothelzellen zur Adhäsion ist eine der Grundvoraussetzungen zur Ausbildung neuer Gewebe und/oder Gefäße. Erythropoietin kann auf diese Weise die Neovaskularisierung, insbesondere die Vaskulogenese, in Geweben oder Organen, in denen entsprechende vaskulogene oder angiogene Stimuli freigesetzt werden, induzieren.
- 5
- 10 Erfindungsgemäß kann Erythropoietin (im Folgenden EPO genannt) zur Stimulierung der physiologischen Mobilisierung endothelialer Vorläuferzellen, der Proliferation endothelialer Vorläuferzellen, der Differenzierung der endothelialen Vorläuferzellen
- 15 zu Endothelzellen und/oder zur Migration endothelialer Vorläuferzellen in Richtung eines vaskulogenen oder angiogenen Stimulus in einem menschlichen oder tierischen Körper, insbesondere einem adulten Organismus, verwendet werden. Erfindungsgemäß kann Erythropoietin daher in vorteilhafter Weise zur Stimulation der Gefäßneubildung durch Vaskulogenese in Geweben oder Organen eingesetzt werden, in denen pathologische Gefäßveränderungen vorliegen. Aufgrund der Stimulation endothelialer Vorläuferzellen
- 20 durch Erythropoietin kann darüber hinaus auch die Bildung von Endothelgewebe induziert werden. Erfindungsgemäß kann Erythropoietin daher auch zur Behandlung von Krankheiten des menschlichen oder tierischen Körpers eingesetzt werden, die im Zusammenhang mit einer Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen und/oder Endothelzellen im Zusammenhang stehen.
- 25
- 30

Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung wird unter „Erythropoietin“ beziehungsweise „EPO“ ein Stoff verstanden, der das Wachstum, die Differenzierung und die Reifung von Stammzellen über Erythroblasten zu Erythrocyten steuert. Erythropoietin ist ein Glycoprotein, welches 166 Aminosäuren, drei Glycosylierungsstellen und ein Molekulargewicht von etwa 34.000 Da aufweist. Im Rahmen einer EPO-induzierten Differenzierung von Erythrocyten-Vorläuferzellen wird die Globinsynthese induziert und die Synthese des Häm-Komplexes sowie die Anzahl der Ferritin-Rezeptoren gesteigert. Dadurch kann die Zelle mehr Eisen aufnehmen und funktionelles Hämoglobin synthetisieren. In den reifen Erythrocyten bindet Hämoglobin den Sauerstoff. Somit nehmen die Erythrocyten beziehungsweise das in ihnen enthaltene Hämoglobin eine Schlüsselrolle für die Sauerstoffversorgung des Organismus ein. Ausgelöst werden diese Vorgänge durch die Wechselwirkung von EPO mit einem entsprechenden Rezeptor auf der Zelloberfläche der Erythrocyten-Vorläuferzellen (Graber und Krantz, Ann. Rev. Med. 29 (1978), 51-56).

Erythropoietin wird hauptsächlich in der Niere gebildet, in geringeren Anteilen jedoch auch in der Leber und im Hirn. Erythropoietin findet sich auch in geringen Mengen im Serum und wird unter physiologischen Bedingungen zumindest teilweise im Urin ausgeschieden. Patienten mit Niereninsuffizienz können nur unzureichend Erythropoietin (im Folgenden EPO genannt) bilden und leiden demzufolge an einer Anämie. Bekannt ist es, die Erythropoietin-Unterversorgung durch Verabreichung von Erythropoietin zu kompensieren. Weitere klinische Anwendungen

von Erythropoietin liegen in der Applikation von Erythropoietin bei iatrogener Anämie nach Chemotherapie oder Strahlentherapie maligner Erkrankungen oder Virusinfektionen (EP 0 456 153 B1). Aus der US
5 4,732,889 ist es bekannt, Erythropoietin enthaltende Zusammensetzungen zur Behandlung von mit rheumatoider Arthritis assoziierter Anämie einzusetzen. Aus der WO 88/03808 ist die Behandlung von Hämochromatosis mittels EPO-haltiger Zusammensetzungen
10 bekannt.

Der hier verwendete Begriff „Erythropoietin“ umfasst EPO jeglicher Herkunft, insbesondere menschliches oder tierisches EPO. Der hier verwendete Begriff erfasst nicht nur die natürlich vorkommen-
15 den, das heißt Wildtyp-Formen von EPO, sondern auch seine Derivate, Analoga, Modifikationen, Muteine, Mutanten oder Sonstiges, solange sie die biologischen Wirkungen von Wildtyp-Erythropoietin zeigen.

Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung werden unter "Derivaten" funktionelle Äquivalente oder Abkömmlinge von Erythropoietin verstanden, die unter Beibehaltung der Erythropoietin-Grundstruktur durch Substitution von einem oder mehreren Atomen oder Molekülgruppen beziehungsweise -resten, insbe-
20 sondere durch Substitution von Zuckerketten wie Ethylenglycol, erhalten werden und/oder deren Aminosäuresequenzen sich von der des natürlicherweise vorkommenden menschlichen oder tierischen Erythropoietin-Proteins an mindestens einer Position un-
25 terscheiden, die aber im wesentlichen einen hohen Grad an Homologie auf der Aminosäureebene und vergleichbare biologische Aktivität aufweisen. Deriva-

30

te des Erythropoietins, wie sie beispielsweise in der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden können, sind unter anderem bekannt aus der WO 94/25055, der EP 0 148 605 B1 oder der WO 95/05465.

- 5 "Homologie" bedeutet insbesondere eine Sequenzidentität von mindestens 80 %, vorzugsweise mindestens 85 % und besonders bevorzugt mindestens mehr als 90 %, 95 %, 97 % und 99 %. Der dem Fachmann bekannte Ausdruck der "Homologie" bezeichnet somit den Grad
10 der Verwandtschaft zwischen zwei oder mehreren Polypeptid-Molekülen, der durch die Übereinstimmung zwischen den Sequenzen bestimmt wird. Dabei kann eine Übereinstimmung sowohl eine identische Übereinstimmung als auch ein konservativer Aminosäure-
15 austausch bedeuten.

- Erfindungsgemäß umfasst der Begriff "Derivat" auch Fusionsproteine, bei denen am N-terminalen Teil beziehungsweise am C-terminalen Teil funktionelle Domänen eines anderen Proteins vorhanden sind. In einer
20 Ausführungsform der Erfindung kann es sich bei diesem anderen Protein beispielsweise um GM-CSF, VEGF, PlGF, ein Statin oder einen anderen Faktor handeln, der eine stimulierende Wirkung auf endotheliale Vorläuferzellen aufweist. In einer weiteren
25 Ausführungsform der Erfindung kann es sich bei dem anderen Protein auch um einen Faktor handeln, der stimulierende Wirkung auf ausdifferenzierte Endothelzellen hat, beispielsweise um Angiogenin oder bFGF (basic fibroblast growth factor). Von bFGF ist
30 bekannt, dass dieser Wachstumsfaktor eine starke mitogene und chemotaktische Aktivität auf Endothelzellen ausübt.

- Die Unterschiede zwischen einem Erythropoietin-Derivat und nativem Erythropoietin können beispielsweise durch Mutationen, wie zum Beispiel Deletionen, Substitutionen, Insertionen, Anlagerungen, Basenaustausche und/oder Rekombinationen der die Erythropoietin-Aminosäuresequenzen codierenden Nucleotidsequenzen entstanden sein. Selbstverständlich kann es sich dabei auch um natürlicherweise auftretende Sequenzvariationen handeln, beispielsweise um Sequenzen aus einem anderen Organismus oder um Sequenzen, die auf natürliche Weise mutiert wurden, oder Mutationen, die mit Hilfe üblicher, auf dem Fachgebiet bekannter Mittel, beispielsweise chemische Agenzien und/oder physikalische Agenzien, gezielt in die Erythropoietin codierenden Nucleinsäuresequenzen eingeführt wurden. Im Zusammenhang mit der Erfindung umfasst der Begriff „Derivat“ daher auch mutierte Erythropoietin-Moleküle, also Erythropoietin-Muteine.
- Erfindungsgemäß können auch Peptid- oder Protein-Analoga von Erythropoietin eingesetzt werden. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung umfasst der Begriff „Analoga“ Verbindungen, die keine mit der Erythropoietin-Aminosäuresequenz identische Aminosäuresequenz aufweisen, deren dreidimensionale Struktur jedoch der von Erythropoietin stark ähnelt und die daher eine vergleichbare biologische Aktivität aufweisen. Bei Erythropoietin-Analoga kann es sich beispielsweise um Verbindungen handeln, die die für die Bindung von Erythropoietin an dessen Rezeptoren verantwortlichen Aminosäurereste in geeigneter Konformation enthalten und die daher die essentiellen Oberflächeneigenschaften des Erythro-

poietin-Bindungsbereiches nachahmen können. Derartige Verbindungen sind beispielsweise in Wrighton et al., Science, 273 (1996), 458, beschrieben.

Das erfindungsgemäß eingesetzte EPO kann auf verschiedene Weise hergestellt werden, beispielsweise durch Isolierung aus menschlichem Urin oder aus dem Urin oder Plasma (einschließlich Serum) von an aplastischer Anämie leidenden Patienten (Miyake et al., J.B.C. 252 (1977), 5558). Menschliches EPO kann beispielsweise auch aus Gewebekulturen von menschlichen Nierenkrebszellen (JA-OS 55790/1979), aus menschlichen Lymphoblastenzellen, die die Fähigkeit zur Bildung von menschlichem EPO aufweisen (JA-OS 40411/1982) und aus einer durch Zellfusion einer menschlichen Zelllinien erhaltenen Hybridomakultur gewonnen werden. EPO kann auch durch gentechnologische Verfahren hergestellt werden, indem man mittels geeigneter DNA oder RNA, die für die entsprechende Aminosäuresequenz des EPO codiert, gentechnisch das erwünschte Protein herstellt, zum Beispiel in einem Bakterium, einer Hefe, einer Pflanzen- oder Tierzelllinie. Derartige Verfahren sind beispielsweise in der EP 0 148 605 B2 oder der EP 0 205 564 B2 sowie der EP 0 411 678 B1 beschrieben.

Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere die Verwendung von Erythropoietin (im Folgenden EPO genannt) und/oder Derivaten davon zur Stimulierung der physiologischen Mobilisierung endothelialer Vorläuferzellen, der Proliferation endothelialer Vorläuferzellen, der Differenzierung der endothelialen Vorläuferzellen zu Endothelzellen und/oder zur

Migration endothelialer Vorläuferzellen in Richtung eines vaskulogenen oder angiogenen Stimulus in einem menschlichen oder tierischen Körper, insbesondere einem adulten Organismus.

- 5 Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung werden unter „endothelialen Vorläuferzellen“ (endotheliale Progenitorzellen; EPC) im Blutkreislauf zirkulierende Zellen verstanden, die die Fähigkeit zur Differenzierung zu Endothelzellen besitzen. Bei den
10 während der Embryonalentwicklung vorkommenden endothelialen Vorläuferzellen handelt es sich um Angioblasten. Bei den im adulten Organismus vorkommenden endothelialen Vorläuferzellen handelt es sich um Angioblasten-ähnliche Zellen, die aus mononucleären Zellen, insbesondere $CD34^-CD14^+$ -Monozyten, und/oder $CD34^+$ -Stammzellen, die aus peripherem Blut
15 isoliert wurden, gewonnen werden können.

- Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung wird unter „Mobilisierung“ oder „physiologischer Mobilisierung“ der Prozess des Aktivierens von Stammzellen und/oder Progenitorzellen aus dem Knochenmark durch Wachstumsfaktoren verstanden, wobei die Stammzellen beziehungsweise Progenitorzellen in den Blutkreislauf, insbesondere ins periphere Blut, gelangen.
20
25

- Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung wird unter „Proliferation“ die Fähigkeit von Zellen zur Vergrößerung und zur anschließenden Teilung in zwei oder mehr Tochterzellen verstanden. Die EPO-vermittelte Stimulierung endothelialer Vorläuferzellen betrifft somit insbesondere die Anzahl und
30

damit das Teilungsverhalten endothelialer Vorläuferzellen.

Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung wird unter „Differenzierung“ endothelialer Vorläuferzellen die Entwicklung von aus dem Knochenmark stammenden mononukleären Zellen über endotheliale Vorläuferzellen zu Endothelzellen verstanden. Unter „Endothelzellen“ werden die Zellen verstanden, die das Endothel, das heißt die einschichtige zellige Auskleidung von Gefäßen und serösen Höhlen, bilden. Endothelzellen sind dadurch charakterisiert, dass sie gefäßaktive Substanzen, beispielsweise gefäßweiternde Substanzen wie EDRF (endothelial derived relaxing factor) oder konstringierenden Substanzen wie Endothelin, Faktoren zur Hemmung oder Aktivierung der Blutgerinnung und Faktoren zur Regulation der Gefäßpermeabilität freisetzen. Endothelzellen synthetisieren auch Komponenten des subendothelialen Bindegewebes, insbesondere Collagene vom Typ IV und V, Zellhaftproteine wie Laminin, Fibronectin und Thrombospondin, Wachstumsfaktoren, beispielsweise für glatte Muskelzellen, und Faktoren zur Gefäßneubildung.

Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung wird unter „Migration“ der endothelialen Vorläuferzellen verstanden, dass die im Blutkreislauf befindlichen endothelialen Vorläuferzellen in Richtung eines vaskulogenen oder angiogenen Stimulus wandern und sich im Bereich des vaskulogenen oder angiogenen Stimulus konzentrieren. Unter einem „vaskulogenen Stimulus“ wird ein chemischer Reiz in einem Gewebe oder Blutgefäß eines menschlichen oder tierischen

Körpers verstanden, der spezifisch auf endotheliale Vorläuferzellen wirkt und deren Wanderung zu der Stelle des Körpers bewirkt, von der der chemische Reiz ausgeht. Durch den vaskulogenen Stimulus wird auf diese Weise der Prozess der Vaskulogenese induziert. Unter einem „angiogenen Stimulus“ wird ein chemischer Reiz in einem Gewebe oder Blutgefäß eines menschlichen oder tierischen Körpers verstanden, der spezifisch auf ausdifferenzierte Endothelzellen wirkt und deren Migration zu der Stelle des Körpers bewirkt, von der der chemische Reiz ausgeht. Der angiogene Stimulus bewirkt auf diese Weise eine Induzierung von Angiogenese.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Verwendung von Erythropoietin und/oder Derivaten davon zur Erhöhung der Adhäsionsfähigkeit sich differenzierender endothelialer Vorläuferzellen vorgesehen. Erfindungsgemäß wird Erythropoietin insbesondere verwendet, um die Fähigkeit endothelialer Vorläuferzellen zur Adhäsion, das heißt zur Zell-Zell-Adhäsion zu verbessern. Die Adhäsion von sich differenzierenden endothelialen Vorläuferzellen beziehungsweise ausdifferenzierten Endothelzellen ist eine der Grundvoraussetzungen zur Bildung neuer Gefäße oder eines neuen Endothelgewebes. Die Zelladhäsion wird durch Proteinmoleküle vermittelt.

Die vorliegende Erfindung betrifft auch die Verwendung von Erythropoietin zur Stimulation der Gefäßneubildung, insbesondere die Stimulation von Vaskulogenese. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung wird unter „Vaskulogenese“ die Gefäßneubildung aus sich in situ differenzierenden endothelia-

len Vorläuferzellen verstanden. Erfindungsgemäß wird durch den Einsatz von Erythropoietin also erreicht, dass sich endotheliale Vorläuferzellen in verstärktem Maße an einer Gefäßneubildung beziehungsweise an einer lokalen Gefäßneubildung zur Wiederstellung geschädigter Gefäßbereiche beteiligen. Erfindungsgemäß ist also vorgesehen, dass die Verwendung von Erythropoietin und/oder dessen Derivaten die Bildung neuer Blutgefäße und/oder den Ersatz geschädigter Gefäßbereiche durch lokale Blutgefäßneubildung fördert.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Verwendung von Erythropoietin und/oder Derivaten davon zur Stimulation endothelialer Vorläuferzellen zur Bildung von Endothelgewebe vorgesehen.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Verwendung von Erythropoietin und/oder Derivaten davon zur Therapie von Krankheitszuständen oder Krankheiten des menschlichen oder tierischen Körpers, die im Zusammenhang mit einer Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen stehen, oder von Folgeerkrankungen davon vorgesehen.

Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung werden unter „Krankheiten“, „Krankheitszuständen“ oder „Erkrankungen“ Störungen der Lebensvorgänge in Organen oder im gesamten Organismus mit der Folge von subjektiv empfundenen beziehungsweise objektiv feststellbaren körperlichen, seelischen beziehungsweise geistigen Veränderungen verstanden. Erfindungsgemäß handelt es sich insbesondere um Krankheiten, die mit einer Dysfunktion von endothelialen

Vorläuferzellen im Zusammenhang stehen, das heißt Krankheiten, die entweder die Folge einer derartigen Dysfunktion dieser Zellen sind oder die durch diese Zellen vermittelt werden. Unter „Folgerkrankungen“ werden Sekundärkrankheiten verstanden, das heißt eine zu einem primären Krankheitsbild hinzutretende zweite Erkrankung.

Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung wird unter einer „Dysfunktion“ von endothelialen Vorläuferzellen eine Störung wesentlicher Zellfunktionen wie Stoffwechselleistungen, Reizbeantwortung, Motilität, Teilungsverhalten oder Differenzierungsverhalten dieser Zellen verstanden. Eine Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen kann beispielsweise darin bestehen, dass diese Zellen nicht oder nur in ungenügendem Maße proliferieren. Da durch die Verwendung von Erythropoietin die Proliferation endothelialer Vorläuferzellen stimuliert wird, kann dadurch das defizitäre Teilungsverhalten sowohl von endothelialen Vorläuferzellen als auch von bereits ausdifferenzierten Endothelzellen ausgeglichen und die Anzahl von endothelialer Vorläuferzellen beziehungsweise Endothelzellen erhöht werden. Eine Dysfunktion endothelialer Vorläuferzellen kann beispielsweise in der gestörten Fähigkeit dieser Zellen zur Differenzierung zu Endothelzellen bestehen. Die Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen kann auch bedingt sein durch deren gestörte Fähigkeit zur Adhäsion und/oder deren gestörte Fähigkeit zur Migration in Richtung eines angiogenen oder vaskulogenen Stimulus. Solche Dysfunktionen von endothelialen Vorläuferzellen können dazu führen, dass beispielsweise die Neubildung von Endothelge-

webe und/oder Vaskulogenese beeinträchtigt oder verhindert wird. Eine Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen kann auch pathogen bedingt sein, beispielsweise durch Hypertonie, Hyperlipoproteinämie, Urämie oder Diabetes. Die Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen kann sich beispielsweise in einer verminderten Produktion von NO (=EDRF) durch NO-Synthasen (NOS) aus L-Arginin, erhöhter Endothelin-Produktion und/oder in einer verstärkten Produktion von Adhäsionsmolekülen wie ICAM-1 und VCAM-1 äußern.

Erfindungsgemäß handelt es sich bei den Krankheiten, die mit einer Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen im Zusammenhang stehen, insbesondere um Hypercholesterinämie, Diabetes mellitus, Endothel-vermittelte chronische Entzündungserkrankungen wie Gefäßentzündungen, Endotheliose einschließlich Retikuloendotheliose, Atherosklerose, koronare Herzkrankheit, Myokard-Ischämie, Angina pectoris, altersbedingte Herz-Kreislauf-Erkrankung, ischämische Erkrankungen der Extremitäten, Raynaud-Krankheit, Präeklampsie, schwangerschaftsinduzierte Hypertonie, chronische oder akute Niereninsuffizienz, insbesondere terminale Niereninsuffizienz, Herzinsuffizienz, Wundheilung sowie Folgeerkrankungen davon.

Eine „Hypercholesterinämie“ ist durch erhöhte Konzentrationen von Cholesterin im Blut gekennzeichnet. Die weitaus häufigste Form der primären Hypercholesterinämien ist die polygene Hypercholesterinämie. Sekundäre Hypercholesterinämien treten häufig

- 20 -

bei Diabetes mellitus, nephrotischem Syndrom, Hypothyreose und Lebererkrankungen auf.

5 Unter „Diabetes mellitus“ werden verschiedene Formen von Glucose-Stoffwechselstörungen mit unterschiedlicher Ätiologie und Symptomatik zusammengefasst. Für die Entstehung vaskulär bedingter diabetischer Komplikationen ist insbesondere das AGE-RAGE-System verantwortlich. AGEs (Advanced Glycation Endproducts) entstehen über eine Reihe komplexer
10 Reaktionen nach lang andauernder Exposition von Proteinen oder Lipiden mit reduzierenden Zuckern, beispielsweise Glucose. Die Bildung von AGEs findet während des normalen Alterungsprozesses sowie in gesteigertem Maße bei Diabetes mellitus und Alzheimer-Krankheit statt. Über die Bindung von AGEs
15 kommt es zu oxidativem Stress, zur Aktivierung des Transkriptionsfaktors NF- κ B und damit zu einer Störung der endothelialen Homöostase.

20 „Endothel-vermittelte chronische Entzündungserkrankungen“ sind Erkrankungen oder Zustände eines menschlichen oder tierischen Körpers, die auf einer Abwehrreaktion des Organismus und seiner Gewebe auf schädigende Reize beruhen, wobei bestimmte Signalmoleküle die Eigenschaften von Endothelzellen verändern, so dass im Zusammenspiel mit der Aktivierung anderer Zelltypen Leukozyten an den Endothelzellen haften bleiben, schließlich in das Gewebe eindringen und dort eine Entzündung auslösen. Ein
25 Beispiel für eine Endothel-vermittelte Entzündung ist die leukozytische Vaskulitis. Eine zentrale
30 Rolle bei der Aktivierung eines Endothel-vermittelten entzündlichen Geschehens spielt der

Transkriptionsfaktor NF- κ B. Ein anderes System, dass zur Entstehung Endothelzell-vermittelter chronischer Entzündungen führt, ist das AGE-RAGE-System.

- 5 Unter „Endotheliose“ werden degenerative und proliferative Endothelveränderungen bei der nicht-thrombopenischen Purpura verstanden. Unter „Retikuloendotheliose“ werden Krankheiten des retikulo-
- 10 histiozytären Systems, wie Retikulum, Retikulose, Retikulohistiozytose und Hand-Schüller-Christian-Krankheit verstanden.

- Unter „Myokard-Ischämie“ wird die Blutleere oder Minderdurchblutung, also eine Durchblutungsstörung der muskulären Wand des Herzens infolge unzurei-
- 15 chender oder fehlender arterieller Blutzufuhr verstanden. Bei einem „Herzinfarkt“ oder „Myokardinfarkt“ handelt es sich um eine Nekrose eines umschriebenen Herzmuskelbezirks, die meist als akut auftretende Komplikation bei chronischer koronarer
- 20 Herzkrankheit auftritt. Bei der „koronaren Herzkrankheit“ oder „ischämischen Herzkrankheit“ handelt es sich um eine degenerative Koronarerkrankung, die bedingt durch eine Einengung oder einen Verschluss von Herzkranzgefäßen zu einer verminder-
- 25 ten Durchblutung des Herzmuskels führt. Unter „Angina pectoris“ wird eine akute Koronarinsuffizienz oder Stenokardie verstanden, die durch ein Missverhältnis von Sauerstoffangebot und Sauerstoffbedarf bei koronarer Herzkrankheit, Koronarspasmen, Stö-
- 30 rungen des Blutflusses, Herzrhythmusstörungen, Hypertonie oder Hypotonie ausgelöst werden kann. Unter „Raynaud-Krankheit“ werden durch Vasokonstrik-

tion, das heißt Gefäßkrämpfe, bedingte, anfallartig auftretende Ischämiezustände meist an den Arterien der Finger verstanden. Die primäre Raynaud-Krankheit ist eine rein funktionelle Störung der kleinen versorgenden Gefäße der Akren, während der sekundären Rynaud-Krankheit eine andere Krankheit zugrunde liegt, beispielsweise eine Gefäßentzündung.

Die „Präeklampsie ist eine Endothel-und Gefäßkrankheit des mütterlichen Organismus und scheint die Auswirkung von endotheliotropen Substanzen aus der Plazenta zu sein. Die Präeklampsie ist eine Multisystem-Erkrankung, die zu Funktionsstörungen zahlreicher Organe führen und sich in vielfältigen Symptomen äußern kann. Die für die Erkrankung typischen Durchblutungsstörungen sind die Folge eines erhöhten Gefäßwiderstandes, der lokal unterschiedlich ausgeprägt sein kann. Für die Präeklampsie gilt als gesichert, dass eine endotheliale Dysfunktion zentraler Bestandteil der Pathogenese ist.

Unter „Niereninsuffizienz“ wird im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung die eingeschränkte Fähigkeit der Nieren zur Ausscheidung harnpflichtiger Substanzen verstanden, wobei in fortgeschrittenen Stadien auch die Regulationsfähigkeit des Elektrolyt-, Wasser- und Säure-Basen-Haushalts verloren geht. Die terminale Niereninsuffizienz ist durch einen Zusammenbruch der exkretorischen und endokrinen Nierenfunktion gekennzeichnet.

Bei der Niereninsuffizienz kann es sich erfindungsgemäß um akute Niereninsuffizienz handeln, die auch

als akutes Nierenversagen, Schockniere oder Schockanurie bezeichnet wird. Akute Niereninsuffizienz ist durch einen plötzlichen partiellen oder totalen Verlust der exkretorischen Nierenfunktion als Folge eines meist reversiblen Nierenschadens gekennzeichnet. Ursache können eine Minderperfusion durch Hypovolämie, Hypotonie und Dehydratation in Folge von Blutverlusten (Polytrauma, gastrointestinale oder postpartale Blutung, große operative Eingriffe an Herz, Gefäßen, Abdomen oder Prostata), Schock (Myokardinfarkt, Embolie), schwerer Infektionen (Sepsis, Peritonitis, Cholezystitis), Hämolyse (hämolytisch-urämisches Syndrom, paroxysmale Hämoglobinurie, Transfusionszwischenfall), Myolyse (Crush-Syndrom, Rhabdomyolyse, Myositis, Verbrennungen), Wasser- und Elektrolytverlusten (massives Erbrechen, Durchfälle, exzessives Schwitzen, Ileus, akute Pankreatitis). Weitere Ursachen können Nephrotoxine wie exogene Toxine, beispielsweise Anilin, Glykolverbindungen, Methanol und ähnliche, oder endogene Toxine, beispielsweise Myoglobin und Oxalate, sein. Weitere Ursachen für akute Niereninsuffizienz sind Nierenkrankheiten, beispielsweise entzündliche Nephropatien oder Abstoßungsreaktionen nach Nierentransplantation, sein. Akute Niereninsuffizienz kann auch durch eine Harnstauung in Folge von Harnabflussbehinderungen verursacht werden. Die erfindungsgemäße Behandlung akuter Niereninsuffizienz mit Erythropoietin führt erfindungsgemäß zur Verhinderung oder zumindest zur Verminderung der Progression der akuten Niereninsuffizienz.

Bei der Niereninsuffizienz kann es sich erfindungsgemäß auch um eine chronische Niereninsuffizienz

handeln. Ursachen der chronischen Niereninsuffizienz sind vaskuläre, glomeruläre und tubulointerstitielle Nierenerkrankungen, Infektionen sowie angeborene oder erworbene Strukturdefekte. Ursachen
5 der chronischen Niereninsuffizienz sind unter anderem chronische Glomerulopathie, chronische Pyelonephritis, Analgetika-Nephropathie, obstruktive Uropathie sowie Arterio- und Arteriolo-sklerose. Die chronische Niereninsuffizienz geht terminal in die
10 Urämie über. Die erfindungsgemäße Behandlung von chronischer Niereninsuffizienz mit Erythropoietin führt erfindungsgemäß zur Verminderung der Progression von chronischer Niereninsuffizienz.

Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung wird
15 unter „Herzinsuffizienz“ ein Krankheitsbild verstanden, das auch als Myokardinsuffizienz oder Herzmuskelschwäche bezeichnet wird. Herzinsuffizienz ist durch eine unzureichende Funktion des Herzens charakterisiert, bei der das Herz nicht
20 mehr im Stande ist, eine den Anforderungen entsprechende Förderleistung zu erbringen. Die Einteilung der Herzinsuffizienz kann unter verschiedenen Gesichtspunkten erfolgen. Entsprechend dem betroffenen Herzabschnitt erfolgt beispielsweise eine Ein-
25 teilung in Rechtsherzinsuffizienz, Linksherzinsuffizienz und beiderseitige Insuffizienz (Globalinsuffizienz). Nach der Stabilität eines durch physiologische und therapeutische Mechanismen beeinflussten Gleichgewichtes wird zwischen kompensierter
30 ter und dekompensierter Herzinsuffizienz unterschieden. Entsprechend des Verlaufes erfolgt eine Einteilung in akute und chronische Herzinsuffizienz. Ursachen für eine Herzinsuffizienz sind un-

ter anderem Herzinfarkt, Kardiomyopathie, angeborene oder erworbene Herzfehler, arterielle oder pulmonale Hypertonie, Herzrhythmusstörungen, koronare Herzkrankheit oder Myokarditis.

- 5 Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung werden unter „Wundheilung“ die physiologischen Vorgänge zur Regeneration zerstörten Gewebes beziehungsweise zum Verschluss einer Wunde, insbesondere die Neubildung von Bindegewebe und Kapillaren verstanden.
- 10 Bei der Wundheilung kann es sich um eine primäre Wundheilung (*Sanatio per primam intentionem*) handeln, die durch einen raschen und komplikationslosen Verschluss und weitgehende *Restitutio ad integrum* infolge minimaler Bindegewebeneubildung zwischen den gut durchbluteten und gegebenenfalls adaptierten Wundrändern einer sauberen Wunde gekennzeichnet ist. Bei Wunden mit weiter auseinanderliegenden, insbesondere gequetschten oder nekrotischen Wundrändern beziehungsweise Wundinfektionen erfolgt
- 15 eine verzögerte sekundäre Wundheilung (*Sanatio per secundam intentionem*), bei der es infolge einer (a)bakteriellen Entzündung zur Auffüllung des Gewebedefektes mit Granulationsgewebe und ausgedehnteren Bildung von Narbengewebe kommt. Die Epithelisierung vom Rand her bildet den Abschluss der Wundheilung. Die Wundheilung untergliedert sich in die drei Phasen, nämlich Latenzphase, Proliferationsphase und Reparationsphase. Die Latenzphase wiederum untergliedert sich in die exsudative Phase
- 20 mit Schorfbildung, insbesondere in den ersten Stunden nach Entstehung der Wunde, und die resorptive Phase mit kataboler Autolyse, die sich über einen Zeitraum von ein bis drei Tagen nach Entstehung der
- 25
- 30

Wunde erstreckt. Die Proliferationsphase ist durch eine anabole Reparatur mit Bildung von Collagen durch Fibroblasten gekennzeichnet und tritt am vierten bis siebten Tag nach Entstehung der Wunde auf. Ab dem achten Tag nach Entstehung der Wunde tritt die Reparationsphase auf, die durch Umwandlung des Granulationsgewebes in eine Narbe gekennzeichnet ist.

Unter einer „Wunde“ wird im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung eine Unterbrechung des Zusammenhangs von Körpergeweben mit oder ohne Substanzverlust verstanden, die durch mechanische Verletzung oder physikalisch bedingte Zellschädigung verursacht wird. Wundformen sind mechanische Wunden, thermische Wunden, chemische Wunden, strahlenbedingte Wunden und krankheitsbedingte Wunden. Mechanische Wunden entstehen durch äußere Gewalteinwirkung und treten vor allem als Schnitt- und Stichwunden, Quetsch-, Platz-, Riss- und Schürfwunden, Kratz- und Bisswunden und Schusswunden auf. Thermische Wunden entstehen durch Einwirkung von Hitze oder Kälte. Chemische Wunden entstehen insbesondere durch Verätzung mit Säuren oder Laugen. Strahlenbedingte Wunden entstehen beispielsweise durch Einwirkung aktinischer und ionisierender Strahlung. Krankheitsbedingt auftretende Wunden sind insbesondere stauungsbedingte Wunden, traumatische Wunden, diabetische Wunden etc.. Erfindungsgemäß ist insbesondere vorgesehen, dass zur Wundheilung Erythropoietin vorzugsweise topisch oder intravenös appliziert wird.

- 27 -

Die vorliegende Erfindung betrifft daher die Verwendung von Erythropoietin zur Therapie von Hypercholesterinämie, Diabetes mellitus, Endothelvermittelten chronischen Entzündungserkrankungen, Endotheliose einschließlich Retikuloendotheliose, Atherosklerose, koronarer Herzkrankheit, Myokard-Ischämie, Angina pectoris, altersbedingten Herz-Kreislauf-Erkrankungen, ischämischen Erkrankungen der Extremitäten, Präeklampsie, Raynaud-Krankheit, schwangerschaftsinduzierter Hypertonie, chronischer oder akuter Niereninsuffizienz, insbesondere terminaler Niereninsuffizienz, Herzinsuffizienz, Wundheilung und Folgeerkrankungen davon.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass Erythropoietin in einer therapeutisch wirksamen Dosis an einen Patienten verabreicht wird, die ausreicht, den Zustand einer vorgenannten Krankheit, insbesondere einer Krankheit, die im Zusammenhang mit einer Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen steht, zu heilen oder diesem Zustand vorzubeugen, die Progression einer solchen Krankheit zu stoppen und/oder die Symptome einer solchen Krankheit zu lindern. Die an einen Patienten zu verabreichende Dosis hängt von vielen Faktoren, beispielsweise dem Alter, Körpergewicht und Geschlecht des Patienten, der Schwere der Erkrankungen usw. ab.

Erfindungsgemäß besonders bevorzugt wird Erythropoietin in allen Verwendungen, Verfahren und Zusammensetzungen der vorliegenden Lehre in sehr geringen Mengen, die unterhalb der bekanntermaßen eingesetzten Mengen liegen, verwendet, wobei insbesondere in vivo, d.h. pro Patient, EPO-Dosen von 200 bis

- 2000 Einheiten (IU; International Units)/Woche, vorzugsweise Dosen von 500 bis 2000 IU/Woche, je nach Schwere der Erkrankung und in Abhängigkeit von der Nierenfunktion, verabreicht werden. Bei den erfindungsgemäß vorgesehenen Dosen von 200 bis 2000 Einheiten (IU)/Woche und pro Patient, insbesondere von 500 bis 2000 IU/Woche und pro Patient, handelt es sich um subpolycythämische Dosen, das heißt Dosen, die nicht zu einer Erythrozythose mit Hämatokritwerten von mehr als 50% führen. Die erfindungsgemäß vorgesehenen subpolycythämischen Dosen entsprechen wöchentlichen Dosen von etwa 1 bis 90 Einheiten (IU) EPO/kg Körpergewicht, insbesondere 1 bis 45 IU EPO/kg Körpergewicht, oder einer vergleichbaren Wochendosis Aranesp von 0,05 bis 20 µg/kg Körpergewicht, insbesondere 0,05 bis 10 µg/kg Körpergewicht. Bei Aranesp handelt es sich um ein doppelt PEG-yliertes EPO. Die Dosis von 200 bis 2000 Einheiten/Woche pro Patient, insbesondere von 500 bis 2000 IU/Woche und pro Patient, die erfindungsgemäß zur Behandlung von Krankheiten oder Krankheitszuständen vorgesehen ist, die mit einer Dysfunktion endothelialer Vorläuferzellen einhergehen, ist im Vergleich zu der üblicherweise zur Therapie renaler Anämie eingesetzten Anfangsdosis von 50-150 IU/kg Körpergewicht/Woche (in der Regel beginnend mit 4000-8000 IU/Woche, bei nicht befriedigendem Therapieergebnis jedoch auch wesentlich höher) sehr niedrig.
- 30 Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung betrifft die Verwendung von Erythropoietin und/oder dessen Derivaten als Wirkstoff zur Herstellung einer pharmazeutischen Zusammensetzung o-

der eines Arzneimittels zur Therapie von Krankheitszuständen oder Krankheiten, die mit einer Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen im Zusammenhang stehen.

- 5 Erfindungsgemäß wird unter einem „Wirkstoff“ ein körpereigener oder körperfremder Stoff verstanden, der bei Kontakt mit Zielmolekülen oder Zielzellen oder Zielgeweben spezifische Funktionen von Gewe-
- 10 Weise beeinflusst. Erfindungsgemäß ist also vorgesehen, dass Erythropoietin als Wirkstoff der erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzung bei Kontakt mit endothelialen Vorläuferzellen deren Proliferations-, Differenzierungs- und/oder Migra-
- 15 tionsverhalten in einem menschlichen oder tierischen Organismus so beeinflusst, dass Dysfunktionen von endothelialen Vorläuferzellen ausgeglichen und die infolge dieser Dysfunktionen auftretenden Krankheiten wirksam bekämpft, gelindert oder besei-
- 20 tigt werden können beziehungsweise diesen Krankheiten wirksam vorgebeugt werden kann.

- Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung wird unter einer „pharmazeutischen Zusammensetzung“ oder einem „Arzneimittel“ ein zu diagnostischen, therapeu-
- 25 tischen und/oder prophylaktischen Zwecken verwendetes, also ein die Gesundheit eines menschlichen oder tierischen Körpers förderndes oder wiederherstellendes Gemisch verstanden, das mindestens einen natürlichen oder synthetisch hergestellten
- 30 Wirkstoff umfasst, der die therapeutische Wirkung hervorruft. Die pharmazeutische Zusammensetzung kann sowohl ein festes als auch ein flüssiges Ge-

5 misch sein. Beispielsweise kann eine den Wirkstoff umfassende pharmazeutische Zusammensetzung einen oder mehrere pharmazeutisch verträgliche Komponenten enthalten. Darüber hinaus kann die pharmazeuti-
10 sche Zusammensetzung üblicherweise auf dem Fachgebiet verwendete Zusatzstoffe, beispielsweise Stabilisatoren, Fertigungsmittel, Trennmittel, Sprengmittel, Emulgatoren oder andere üblicherweise zur Herstellung pharmazeutischer Zusammensetzung verwendete Stoffe umfassen.

15 Erfindungsgemäß ist insbesondere die Verwendung von Erythropoietin und/oder eines Derivats davon als Wirkstoff zur Herstellung eines Arzneimittels zur Therapie von Hypercholesterinämie, Diabetes melli-
20 tus, Endothel-vermittelten chronischen Entzündungs-erkrankungen wie Gefäßentzündungen, Endotheliose einschließlich Retikuloendotheliose, Atherosklero-
se, koronarer Herzkrankheit, Myokard-Ischämie, Angina pectoris, altersbedingter Herz-Kreislauf-
25 Erkrankung, ischämischen Erkrankungen der Extremitäten, Raynaud-Krankheit, Präeklampsie, schwangerschaftsinduzierter Hypertonie, akuter oder chronischer Niereninsuffizienz, insbesondere terminaler Niereninsuffizienz, Herzinsuffizienz, Wundheilung
sowie Folgeerkrankungen davon vorgesehen.

Die erfindungsgemäße pharmazeutische Zusammensetzung kann sowohl zur topischen als auch zur systemischen Verabreichung geeignet sein.

30 In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die pharmazeutische Zusammensetzung zur parenteralen, insbesondere intravenö-

sen, intramuskulären, intrakutanen oder subkutanen Verabreichung verwendet wird. Vorzugsweise weist das Erythropoietin enthaltende Arzneimittel die Form einer Injektion oder Infusion auf.

- 5 In einer weiteren Verwendung ist vorgesehen, dass die Erythropoietin enthaltende pharmazeutische Zusammensetzung oral verabreicht wird. Beispielsweise wird das Erythropoietin enthaltende Arzneimittel in einer flüssigen Darreichungsform wie einer Lösung,
10 Suspension oder Emulsion, oder einer festen Darreichungsform wie einer Tablette verabreicht.

- In einer weiteren Verwendung ist vorgesehen, dass die pharmazeutische Zusammensetzung zur pulmonalen Verabreichung oder zur Inhalation geeignet ist. Er-
15 findungsgemäß ist also vorgesehen, dass Erythropoietin in therapeutisch wirksamer Weise direkt an die Lungen des Patienten verabreicht wird. Diese Form der Verabreichung von Erythropoietin ermöglicht eine schnelle Abgabe einer Erythropoietin-Dosis an
20 einen Patienten, ohne dass eine Injektion vorgenommen werden muss. Bei Aufnahme von Erythropoietin über die Lungen können erhebliche Erythropoietin-Mengen über die Lunge an den Blutkreislauf abgegeben werden, was im Blutkreislauf zu erhöhten E-
25 rythropoietin-Mengen führt. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung handelt es sich bei der über die Lunge aufzunehmenden pharmazeutischen Zusammensetzung um eine wässrige oder nichtwässrige Lösung oder um ein Trockenpulver. Bei Vorliegen des
30 pulmonal zu verabreichende, Erythropoietin enthaltenden Arzneimittel in Form eines Trockenpulvers umfasst dieses vorzugsweise Erythropoietin-

enthaltende Partikel, wobei die Partikel einen Durchmesser von weniger als 10 µm aufweisen, so dass das Medikament auch distale Bereiche der Lunge des Patienten erreichen kann. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass das pulmonal zu verabreichende Medikament in Form eines Aerosols vorliegt.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung betrifft die Verwendung von Erythropoietin zur Herstellung einer pharmazeutischen Zusammensetzung zur Therapie von Krankheiten, die mit einer Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen im Zusammenhang stehen, wobei die pharmazeutische Zusammensetzung neben Erythropoietin als Wirkstoff mindestens einen weiteren zusätzlichen Wirkstoff zur Stimulierung von endothelialen Vorläuferzellen enthält.

Vorzugsweise handelt es sich bei dem weiteren Wirkstoff um einen Wirkstoff, der insbesondere die physiologische Mobilisierung endothelialer Vorläuferzellen aus dem Knochenmark stimuliert. Erfindungsgemäß kann es sich bei dem weiteren Wirkstoff aber auch um einen Wirkstoff handeln, der insbesondere das Teilungsverhalten, also die Proliferation endothelialer Vorläuferzellen stimuliert. Erfindungsgemäß besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass der weitere Wirkstoff insbesondere das Differenzierungsverhalten und/oder das Migrationsverhalten endothelialer Vorläuferzellen stimuliert. Besonders bevorzugt handelt es sich bei dem weiteren, endotheliale Vorläuferzellen stimulierenden Wirkstoff um VEGF, PlGF, GM-CSF, einen HMG-CoA-Reduktase-

- 33 -

Inhibitor, insbesondere ein Statin wie Simvastatin, Mevastatin oder Atorvastatin, und/oder einen NO-Donator, insbesondere L-Arginin.

5 Erfindungsgemäß ist auch vorgesehen, dass der mindestens eine weitere Wirkstoff insbesondere ausdifferenzierte Endothelzellen, das heißt deren Proliferation und/oder Migration stimuliert, nicht jedoch endotheliale Vorläuferzellen. Besonders bevorzugt handelt es sich dabei um bFGF (basic
10 fibroblast growth factor) oder Angiogenin.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung betrifft die Verwendung von Erythropoietin und/oder Derivaten davon als Wirkstoff zur Herstellung einer pharmazeutischen Zusammensetzung zur Stimulierung endothelialer Vorläuferzellen, insbesondere zur Stimulierung der Mobilisierung, Proliferation, Differenzierung zu Endothelzellen und/oder zur Migration in Richtung eines vaskulogenen oder angiogenen Stimulus. Erfindungsgemäß ist weiterhin die Verwendung
15 von Erythropoietin und/oder dessen Derivaten als Wirkstoff zur Herstellung einer pharmazeutischen Zusammensetzung zur Stimulierung von Vaskulogenese und/oder Endothelbildung, insbesondere im adulten menschlichen oder tierischen Organismus vorgesehen.

25 Die vorliegende Erfindung betrifft daher auch pharmazeutische Zusammensetzungen zur Stimulierung von endothelialen Vorläuferzellen, insbesondere zur Stimulation von deren Mobilisierung, Proliferation, Differenzierung zu Endothelzellen und/oder Migration in Richtung eines vaskulogenen oder angiogenen
30 Stimulus, zur Stimulation der Vaskulogenese

und/oder Endothelbildung und zur Behandlung von Krankheiten des menschlichen oder tierischen Körpers, die mit einer Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen und/oder Endothelzellen im Zusammenhang stehen. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung pharmazeutische Zusammensetzungen oder Arzneimittel, die Erythropoietin als Wirkstoff und mindestens einen weiteren Wirkstoff zur Stimulation von endothelialen Vorläuferzellen und/oder ausdifferenzierten Endothelzellen umfassen. In bevorzugter Ausführungsform betrifft die vorliegende Erfindung pharmazeutische Zusammensetzungen, die Erythropoietin und mindestens einen weiteren Wirkstoff aus der Gruppe bestehend aus VEGF, PlGF, GM-CSF, einen HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor, insbesondere ein Statin wie Simvastatin, Mevastatin oder Atorvastatin, einen NO-Donator, insbesondere L-Arginin, bFGF und Angiogenin umfassen.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung betrifft die Verwendung von Erythropoietin zur Herstellung eines transplantierbaren Endothelzell-Präparates. Erfindungsgemäß ist dabei insbesondere vorgesehen, dass Endothelzellen in vitro durch Kultivierung endothelialer Vorläuferzellen in Gegenwart von Erythropoietin hergestellt und anschließend in einen Empfängerorganismus, insbesondere einen Organismus, der an einer Krankheit leidet, die im Zusammenhang mit einer Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen steht, transplantiert werden. Beispielsweise können mononukleäre Zellen (MNC) aus Blut mittels Dichtegradientenzentrifugation isoliert und in geeigneten Kulturmedien in vitro kultiviert werden. Verfahren zur Iso-

lierung und in vitro-Kultivierung mononukleärer Zellen sind beispielsweise in Asahara, Science, 275 (1997), 964-967; Dimmeler et al., J. Clin. Invest., 108 (2001), 391-397, und Llevadot et al., J. Clin. Invest., 108 (2001), 399-405, beschrieben. Anschließend werden die mononukleären Zellen in Gegenwart von Erythropoietin weiter kultiviert, um die in den MNCs enthaltenen endothelialen Vorläuferzellen bezüglich ihres Proliferations- und Differenzierungsverhaltens zu stimulieren und insbesondere die Anzahl differenzierter adhärenter Endothelzellen zu erhöhen. Erfindungsgemäß ist auch vorgesehen, dass die Kultivierung der MNCs in Gegenwart von Erythropoietin und mindestens einer weiteren Substanz, die die Proliferation und Differenzierung endothelialer Vorläuferzellen stimuliert, erfolgt. Besonders bevorzugt wird als weitere Substanz VEGF, PIGF, GM-CSF, ein NO-Donator wie L-Arginin oder ein HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor wie ein Statin, insbesondere Simvastatin, Mevastatin oder Atorvastatin, eingesetzt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Verwendung von Erythropoietin zur Vorbehandlung und/oder Weiterbehandlung von zu transplantierenden Geweben oder Organen vorgesehen. Dabei werden die Transplantate vor der Transplantation, vorzugsweise unmittelbar davor, noch im Spenderorganismus mit Erythropoietin behandelt. Der Empfängerorganismus kann ebenfalls mit Erythropoietin vom Zeitpunkt der Transplantation an behandelt werden. Durch diese Behandlung der zu transplantierenden Organe oder Gewebe sowohl direkt vor als auch nach Transplantation mit Erythropoietin wird

erfindungsgemäß erreicht, dass sich in dem Transplantat nach erfolgter Transplantation in einen Körper aufgrund der induzierten Vaskulogenese schnell neue Blutgefäße bilden und diese neu gebildeten Blutgefäße schnell mit dem Blutsystem des Empfängerorganismus verbunden werden. Ebenfalls wird auf diese Weise schnell die Bildung von Endothelien erreicht. Die Behandlung von Organ- oder Gewebetransplantaten mit Erythropoietin bewirkt somit ein schnelleres Einwachsen dieser Systeme in den Körper, wodurch das Risiko einer Abstoßung erheblich vermindert wird.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Organ- oder Gewebetransplantate vor Transplantation mit Erythropoietin in Kombination mit mindestens einem weiteren Faktor, der endotheliale Vorläuferzellen stimuliert, behandelt werden. Vorzugsweise handelt es sich bei diesem Faktor um eine Substanz aus der Gruppe bestehend aus VEGF, PlGF, GM-CSF, einem HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor, beispielsweise ein Statin, insbesondere Simvastatin, Mevastatin oder Atorvastatin, oder einen NO-Donator, insbesondere L-Arginin. In einer weiteren Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Organ- oder Gewebetransplantate vor Transplantation neben Erythropoietin mit einer weiteren Substanz, die die Proliferation und Migration ausdifferenzierter Endothelzellen stimuliert, behandelt werden. Besonders bevorzugt handelt es sich bei dieser Substanz um Angiogenin oder bFGF. In einer weiteren Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Vorbehandlung der Organ- oder Gewebetransplantate mit Erythropoietin unter Verwendung isolierter und gege-

benenfalls in vitro expandierter endothelialer Vorläuferzellen erfolgt.

In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass Erythropoietin zur Herstellung von implantierbaren oder transplantierbaren, zellhaltigen in vitro-Organen oder -Gewebe verwendet wird. Erfindungsgemäß ist insbesondere vorgesehen, dass das in vitro hergestellte Organ oder Gewebe vor der Transplantation oder Implantation mit Erythropoietin in vitro behandelt wird, um die im Körper des Empfängerorganismus vorhandenen endothelialen Vorläuferzellen, insbesondere deren physiologische Mobilisierung, Migration, Proliferation und Differenzierung, zu stimulieren. Vorzugsweise wird der Empfängerorganismus nach Transplantation beziehungsweise Implantation des in vitro-Organs oder -Gewebes weiter mit Erythropoietin in den erfindungsgemäßen Dosen behandelt. Durch die Behandlung des in vitro-Organs oder Gewebes vor Transplantation beziehungsweise Implantation mit Erythropoietin und gegebenenfalls die Nachbehandlung des Empfängerorganismus mit Erythropoietin wird erfindungsgemäß erreicht, dass sich in dem in vitro-Organ- oder -Gewebesystem nach erfolgter Transplantation oder Implantation in einen Körper aufgrund der induzierten Vaskulogenese schnell neue Blutgefäße bilden und diese neu gebildeten Blutgefäße schnell mit dem Blutsystem des Empfängerorganismus verbunden werden. Ebenfalls wird auf diese Weise schnell die Bildung von Endothelien und damit eine Reendothelialisierung erreicht. Die Behandlung der in vitro-Organ- oder -Gewebesysteme mit Erythropoietin bewirkt somit ein

schnelleres Einwachsen dieser Systeme in den Körper, wodurch das Risiko einer Abstoßung erheblich vermindert wird, und dient der Protektion des Transplantats.

- 5 Unter einem „in vitro-Organ- oder -Gewebesystem“ wird ein transplantierbares oder implantierbares zellhaltiges Gewebe oder Organ verstanden, das in vitro unter Verwendung definierter Zellen und/oder definierter Gewebe und unter definierten Kulturbedingungen hergestellt wird. Unter einem „implantierbaren in vitro-Organ- oder -Gewebesystem“ wird ein System verstanden, das neben Zellen körperfremde Materialien umfasst. Unter einem „transplantierbaren in vitro-Organ- oder -Gewebesystem“ wird insbesondere ein zellhaltiges System verstanden, das neben Zellen, Geweben oder Organen des gleichen oder eines anderen Individuums körpereigene Substanzen enthält. In vitro-Organen oder -Gewebe sind insbesondere dadurch gekennzeichnet, dass sie bezüglich ihres Aufbaus weitgehend den nativen zu ersetzenden Organen oder Geweben entsprechen und somit die Funktion der ersetzten nativen Organe oder Gewebe in vivo übernehmen können.

- 25 In einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die in vitro-Organ- oder -Gewebesysteme vor Transplantation beziehungsweise Implantation mit Erythropoietin in Kombination mit mindestens einem weiteren Faktor, der endotheliale Vorläuferzellen stimuliert, behandelt werden. Vorzugsweise handelt es sich bei diesem Faktor um eine Substanz aus der Gruppe bestehend aus VEGF, PlGF, GM-CSF, einen HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor, insbesondere

Simvastatin, Mevastatin oder Atorvastatin, und einem NO-Donator. In einer weiteren Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die in vitro-Organ- oder -Gewebesysteme vor Transplantation beziehungsweise
5 Implantation neben Erythropoietin mit einer weiteren Substanz, die die Proliferation und Migration ausdifferenzierter Endothelzellen stimuliert, behandelt werden. Besonders bevorzugt handelt es sich bei dieser Substanz um Angiogenin oder bFGF. In einer
10 weiteren Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die in vitro-Organ- oder -Gewebesysteme zusätzlich isolierte und gegebenenfalls in vitro expandierte endotheliale Vorläuferzellen enthalten.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung betrifft die Verwendung von Erythropoietin zur
15 Herstellung von Gefäßprothesen oder Herzklappen, wobei die Gefäßprothesen oder Herzklappen vor Insertion in einen Körper, insbesondere einen menschlichen Körper, mit Erythropoietin beschichtet werden. Durch die Beschichtung der Gefäßprothesen oder
20 Herzklappen mit Erythropoietin wird erreicht, dass endotheliale Vorläuferzellen im Körper des Empfängerorganismus stimuliert werden, wobei insbesondere ihre Mobilisierung aus dem Knochenmark, ihre Proliferation, ihre Differenzierung zu Endothelzellen
25 und ihre Migration zu den eingesetzten Gefäßprothesen oder Herzklappen stimuliert werden. Nach Einführung der so hergestellten Gefäßprothese oder Herzklappen in einen Körper kann dieser mit Erythropoietin, insbesondere in den erfindungsgemäßen
30 Dosen, weiterbehandelt werden. Dadurch bedingt, kommt es schneller zu einer Ausbildung von Endothelschichten auf den eingesetzten Gefäßprothesen

- 40 -

und zu einem schnelleren Einwachsen in die betroffenen Körperbereiche. In einer bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass zur Beschichtung der Gefäßprothesen und Herzklappen zusätzlich isolierte und gegebenenfalls in vitro expandierte endotheliale Vorläuferzellen eingesetzt werden.

Die vorliegende Erfindung betrifft ebenfalls ein Verfahren zur Stimulation der Endothelzell-Bildung in vitro, umfassend

- 10 a) die Isolierung endotheliale Vorläuferzellen enthaltender Zellpopulationen aus Blut mittels Dichtegradienten-Zentrifugation,
- b) die Kultivierung der isolierten, endotheliale Vorläuferzellen enthaltenden Zellpopulationen
15 in Zellkulturmedium, und
- c) die Kultivierung der Zellpopulationen in Gegenwart von Erythropoietin.

Erfindungsgemäß kann die Kultivierung der Zellpopulationen in Gegenwart einer weiteren Substanz, die
20 endotheliale Vorläuferzellen stimuliert, erfolgen.

Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Behandlung von Krankheiten, die mit einer Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen im Zusammenhang stehen, durch Verabreichung von Erythropoietin in einer Dosis von 200 bis 2000
25 IU/Woche, insbesondere in einer Dosis von 500 bis 2000 IU/Woche, an einen Patienten mit einer solchen Krankheit. Das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere zur Behandlung von Krankheiten des

menschlichen Körpers wie Hypercholesterinämie, Diabetes mellitus, Endothel-vermittelten chronischen Entzündungserkrankungen wie Gefäßentzündungen, Endotheliose einschließlich Retikuloendotheliose, Atherosklerose, koronarer Herzkrankheit, Myokard-Ischämie, Angina pectoris, altersbedingter Herz-Kreislauf-Erkrankung, ischämischen Erkrankungen der Extremitäten, Raynaud-Krankheit, Präeklampsie, schwangerschaftsinduzierter Hypertonie, akuter oder chronischer Niereninsuffizienz, insbesondere terminaler Niereninsuffizienz, Herzinsuffizienz, Wundheilung sowie Folgeerkrankungen geeignet.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Behandlung von Krankheiten, die mit einer Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen im Zusammenhang stehen, ist vorgesehen, dass dem Patienten neben Erythropoietin mindestens ein weiterer Wirkstoff ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus VEGF, PlGF, GM-CSF, einem HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor und einem NO-Donator verabreicht wird. Vorzugsweise handelt es sich bei dem verabreichten HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor um ein Statin wie Simvastatin, Mevastatin oder Atorvastatin. Bei dem verabreichten NO-Donator handelt es sich vorzugsweise um L-Arginin.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Behandlung von Krankheiten, die mit einer Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen im Zusammenhang stehen, ist vorgesehen, endotheliale Vorläuferzellen aus dem Blut eines menschlichen Organismus zu isolieren, unter Verwendung von Erythropoietin in vitro zu ex-

pandieren und zu Endothelzellen zu differenzieren und nach Aufreinigung und Isolierung der ausdifferenzierten Endothelzellen beziehungsweise der sich differenzierenden endothelialen Vorläuferzellen
5 diese anschließend gezielt in einen Körperbereich, ein Gewebe oder ein Organ eines Patienten zu transplantieren, der/das aufgrund der Dysfunktion endothelialer Vorläuferzellen und/oder Endothelzellen geschädigt ist, um dort eine lokale Endothel-
10 Neubildung zu induzieren. Auf diese Weise ist eine gezieltere und schnellere Behandlung der geschädigten Körperbereiche, Gewebe und/oder Organe des Patienten möglich. Diese Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Behandlung von Krank-
15 heiten, die mit einer Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen im Zusammenhang stehen, umfasst die folgenden Schritte:

- a) die Isolierung endotheliale Vorläuferzellen
20 enthaltender Zellpopulationen aus Blut mittels Dichtegradienten-Zentrifugation,
- b) die Kultivierung der endotheliale Vorläuferzellen enthaltenden Zellpopulationen in Zellkulturmedium,
- c) die Kultivierung der endotheliale Vorläuferzellen enthaltenden Zellpopulationen in Gegenwart von Erythropoietin zur Stimulation der Proliferation endothelialer Vorläuferzellen und/oder deren Differenzierung zu Endothelzellen,
25

- 43 -

- d) die Isolierung und Aufreinigung der ausdifferenzierten Endothelzellen, und
- e) die Transplantation der ausdifferenzierten Endothelzellen in einen Körper mit einer Krankheit, die mit einer Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen im Zusammenhang steht.

Nach Transplantation der ausdifferenzierten Endothelzellen in einen Körper kann dieser mit Erythropoietin, insbesondere in den erfindungsgemäß vorgesehenen Dosen von 200 bis 2000 IU/Woche, weiterbehandelt werden.

Erfindungsgemäß können die endotheliale Vorläuferzellen enthaltenden Zellpopulationen in vitro in Gegenwart mindestens eines weiteren Wirkstoffes ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus VEGF, PlGF, GM-CSF, einem HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor und einem NO-Donator kultiviert werden. Vorzugsweise handelt es sich bei dem zur Kultivierung verwendeten HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor um ein Statin wie Simvastatin, Mevastatin oder Atorvastatin.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Behandlung von Gefäßerkrankungen, umfassend:

- a) die Isolierung endotheliale Vorläuferzellen enthaltender Zellpopulationen aus Blut mittels Dichtegradienten-Zentrifugation,

- 44 -

- b) die Kultivierung der endotheliale Vorläuferzellen enthaltenden Zellpopulationen in Zellkulturmedium,
- 5 c) die Kultivierung der endotheliale Vorläuferzellen enthaltenden Zellpopulationen in Gegenwart von Erythropoietin zur Stimulation der Proliferation endothelialer Vorläuferzellen und/oder deren Differenzierung zu Endothelzellen,
- 10 d) die Isolierung und Aufreinigung der ausdifferenzierter Endothelzellen, und
- e) die Transplantation der Endothelzellen in einen Körper mit einer Gefäßerkrankung.

15 Nach Transplantation der Endothelzellen in den Körper mit einer Gefäßerkrankung kann dieser mit Erythropoietin, vorzugsweise in den erfindungsgemäßen Dosen von 200 IU/Woche bis 2000 IU/Woche, weiterbehandelt werden.

20 Erfindungsgemäß besteht die Möglichkeit, die endotheliale Vorläuferzellen enthaltenden Zellpopulationen in Gegenwart mindestens eines weiteren Wirkstoffes ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus VEGF, PlGF, GM-CSF und/oder einem HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor zu kultivieren. Vorzugsweise
25 handelt es sich bei dem zur Kultivierung verwendeten HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor um ein Statin wie Simvastatin, Mevastatin oder Atorvastatin.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Behandlung von Gefäßerkrankungen sieht also vor, endotheliale Vor-

- 45 -

läuferzellen aus dem Blut eines menschlichen Organismus zu isolieren, unter Verwendung von Erythropoietin in vitro zu expandieren und zu Endothelzellen zu differenzieren und nach Aufreinigung und Isolierung der ausdifferenzierten Endothelzellen beziehungsweise der sich differenzierenden endothelialen Vorläuferzellen diese anschließend gezielt in ein geschädigtes Blutgefäß oder einen ischämischen Bereich zu transplantieren, um dort eine lokale Neovaskularisierung zu induzieren. Auf diese Weise ist eine gezieltere und schnellere Behandlung geschädigter Blutgefäße oder ischämischer Gewebe möglich. Das erfindungsgemäße Verfahren zur Behandlung von Gefäßerkrankungen ist insbesondere zur Behandlung von Gefäßerkrankungen wie Ischämie, insbesondere cerebraler Ischämie, ischämischer Erkrankungen der Extremitäten, Myokard-Ischämie, Herzinfarkt, Schlaganfall, koronare Herzkrankheit, Angina pectoris, akuten Arterienverschluss, arterielle Verschlusskrankheit, Raynaud-Krankheit und Ergotismus geeignet.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird anhand der folgenden Figuren und Beispiele näher erläutert.

Figur 1 zeigt die Ergebnisse einer FACS-Analyse zirkulierender CD34⁺-Stammzellen (cSC). (A-D): Patientenproben; (E-F): isotypische Kontrollen. cSC wurden anhand der zusätzlichen Expression des CD34-Markers (B und F), anhand der charakteristischen geringen bis mittleren CD45-Antigen-Expression

- 46 -

(Cund G) und anhand der charakteristischen Lichtstreuungs-Eigenschaften (D und H) identifiziert. Die absolute cSC-Anzahl wurde pro 100.000 Mono-und Lymphozyten berechnet.

5 Figur 2 zeigt eine quantitative Bestimmung zirkulierender Stammzellen mittels Durchflusszytometrie. Die Figur zeigt die zeitabhängige Wirkung einer Erythropoietin-Behandlung unter Verwendung von rhEPO (rekombinantes menschliches Erythropoietin) nach 0,
10 2, 4, 6 und 8 Wochen. n=11, die Werte entsprechen Mittelwerten +/-Standardabweichung. Mediane als Linie dargestellt.

*: $p < 0,01$ im Vergleich zu 2 Wochen; □.□.p $< 0,05$ im Vergleich zu 4 Wochen, #: $p < 0,05$ im Vergleich
15 zu 8 Wochen.

Figur 3 zeigt eine quantitative Bestimmung kultivierter endothelialer Vorläuferzellen (EPC). Die Figur zeigt, dass die rhEPO-Behandlung die relative Anzahl von EPCs erhöht. EPCs wurden vor der Behandlung renaler Patienten mit rhEPO sowie 2, 4, 6 und
20 8 Wochen nach Behandlung der Patienten mit rhEPO isoliert und anhand ihrer Adhäsionsfähigkeit und der beiden Marker acLDL-Dil und UEA-1 FITC charakterisiert. n=11, die Werte entsprechen Mittelwerten +/-Standardabweichung. Mediane als Linie dargestellt.
25

*: $p < 0,01$ gegenüber dem Zeitraum vor Behandlung;
#: $p < 0,001$ gegenüber dem Zeitraum vor Behandlung.

Figur 4 zeigt die quantitative Bestimmung kultivierter endothelialer Vorläuferzellen (EPC). Die
30

Figur zeigt, dass die absolute Anzahl von EPCs vor Einsetzen einer rhEPO-Therapie signifikant gegenüber gesunden alters- und geschlechtsgematchten Probanden verringert ist. Patienten mit renaler Anämie zeigen also eine deutliche EPC-Dysfunktion gegenüber Kontrollpersonen. 8 Wochen nach Beginn der rhEPO-Therapie zur renalen Anämie wird diese verminderte Anzahl funktioneller EPC ausgeglichen. EPCs wurden vor der Behandlung renaler Patienten mit rhEPO sowie 2, 4, 6 und 8 Wochen nach Behandlung der Patienten mit rhEPO isoliert und anhand ihrer Adhäsionsfähigkeit und der beiden Marker acLDL-Dil und UEA-1 FITC charakterisiert. n=11. Dargestellt ist exemplarisch der 8-Wochenverlauf und die gesamten Kontrollen. Die absoluten Werte sind einerseits als Einzelwerte dargestellt. Zusätzlich sind Boxplots dargestellt (90-er/75-er/50-er/25-er und 10-er Percentile sowie der Mittelwert). Als gesunde Kontrolle dienten alters- und geschlechtsgematchte Probanden, bei denen analog EPCs isoliert und charakterisiert wurden (n =11).

Figur 5 zeigt die Wirkung von Erythropoietin auf die Wundheilung. Die Figur zeigt, dass bei Behandlung einer standardisierten Hautwunde, die bei Mäusen mittels einer Gewebestanze gesetzt worden war, mit Erythropoietin die Wunde bereits nach sieben bis acht Tagen vollständig verschlossen war, während bei Behandlung der Wunde mit physiologischer Kochsalzlösung (Saline) die Wunde erst nach dreizehn bis vierzehn Tagen vollständig verschlossen war. Die Behandlung mit Erythropoietin beziehungsweise physiologischer Kochsalzlösung begann 7 Tage vor Setzen der Hautwunde. Rekombinantes humanes E-

rythropoietin wurde einmalig wöchentlich mittels einer s.c. (subcutan)-Injektion (0,1 µg/kg Aranesp) verabreicht (je Gruppe n = 5).

Figur 6 zeigt, dass Erythropoietin den Nierenfunktionsverlust nach akutem Nierenversagen (akute Niereninsuffizienz) vermindert. Sprague Dawley-Ratten (250-300 g) wurden in die Studie eingeschlossen. Die Ratten wurden mit Ketamin (120 mg/kg) und Rompun (10 mg/kg) narkotisiert. Eine der Versuchsgruppen erhielt 0,1 µg/kg Körpergewicht Aranesp einmalig am Tag vor Induktion des akuten Nierenversagens. Als Vergleich diente eine Gruppe von Versuchstieren, denen jeweils zeitgleich Kochsalz s.c. injiziert wurde. Mittels Setzen einer Arterienklemme auf die rechte Nierenarterien wurde der Blutfluss in die Niere für 45 Minuten unterbrochen. In dieser Zeit wurde linksseitig eine Nephrektomie durchgeführt. Eine Scheinoperation wurde bei einer weiteren Kontrollgruppe durchgeführt. Hierbei wurde das Abdomen eröffnet, die linke Nierenarterie freipräpariert, jedoch die Blutversorgung nicht unterbrochen und die kontralaterale rechte Niere entnommen. Alle Tiere wurde für 60 min narkotisiert und 24 h nach Operation getötet. Die 45-minütige Ischämie mit nachfolgender Reperfusion der verbleibenden rechten Niere führte in den Kochsalz-behandelten Tieren zu einem massiven akuten Nierenfunktionsverlust. Dieser reflektiert sich in einem Serum-Kreatinin-Wert, der 24 h nach der Ischämie-Reperfusion 7-mal größer ist als der Wert vor der Ischämie-Reperfusion ($p < 0,05$). Demgegenüber zeigten die mit dem Erythropoietin-Analog Aranesp behandelten Tiere nur einen vierfachen Anstieg der

Serum-Kreatinin-Werte einen Tag nach Induktion des Ischämie-Reperfusionsschadens. Bei den linksseitig nephrektomierten Tieren mit scheinoperierter rechter Niere kam es zu keinem Anstieg der Retentionswerte. Die Figur zeigt die Kreatinin-Konzentration im Serum von EPO-behandelten Tieren (IR + EPO), NaCl-behandelten Tieren (IR) und scheinoperierten Tieren (Schein-OP) vor Ischämie-Reperfusion (IR)-Verletzung und 24 Stunden danach. Aus der Figur geht hervor, dass die Serum-Kreatinin-Konzentration bei den Aranesp-behandelten Tieren 24 Stunden nach Ischämie-Reperfusion-Verletzung gegenüber der Kontrolle ohne (NaCl-Behandlung) fast halbiert ist.

Figur 7 zeigt die Kaplan-Mayer-Überlebenskurven von zwei Versuchsgruppen nach Induktion einer chronischen Niereninsuffizienz, die entweder mit Aranesp oder NaCl behandelt wurden. 8 Wochen alte Sprague Dawley-Ratten wurden in die Studie eingeschlossen. Die Ratten wurden mit Ketamin (120 mg/kg) und Rompun (10 mg/kg) narkotisiert. Ihnen wurde am Tag 0 die rechte Niere entnommen, welche sofort nach Entnahme für eine histologische Untersuchung in Formalin fixiert wurde. Bei der linken Niere wurden die Segmentarterien, welche den oberen und unteren Nierenpol versorgen, ligiert. Dadurch kommt es zu einem Niereninfarkt der entsprechenden Nierenareale und nur das mittlere Nierendrittel bleibt funktionell erhalten. Einmal wöchentlich erhielten die Ratten Aranesp (0,1 µg/kg Körpergewicht) oder NaCl s.c. gespritzt. Die mit dem Erythropoietin-Analog Aranesp behandelten Tiere weisen einen signifikanten Überlebensvorteil gegenüber den kochsalzbehandelten Tieren auf ($p = 0,027$; Log Rank-Test).

Die Figuren 8-15 zeigen lichtmikroskopische Nierenschnitte 6 Wochen nach Induktion einer chronischen Niereninsuffizienz von zwei Versuchsgruppen, die entweder mit Aranesp oder NaCl behandelt wurden und deren Kaplan-Mayer-Überlebenskurven in Figur 7 dargestellt sind.

Figur 8 zeigt die histologischen Veränderungen bei einer Sprague-Dawley-Ratte mit chronischer Niereninsuffizienz nach jeweils einmal wöchentlicher NaCl-Behandlung beginnend direkt nach Induktion der chronischen Niereninsuffizienz für einen Zeitraum von 6 Wochen. Die chronische Niereninsuffizienz resultiert aus der Entnahme der rechten Niere und der Ligierung der Segmentarterien, die den oberen und unteren Nierenpol versorgen, der linken Niere. Die Figur zeigt eine mittelgroße präglomeruläre Arterie mit charakteristischer zwiebelschalenartiger Gefäßwand-Proliferation bei schwerer hypertensiver Schädigung, einer sogenannten malignen Nephrosklerose mit Endarteriitis Fahr.

Figur 9 zeigt die histologischen Veränderungen bei einer Sprague-Dawley-Ratte mit chronischer Niereninsuffizienz nach jeweils einmal wöchentlicher NaCl-Behandlung beginnend direkt nach Induktion der chronischen Niereninsuffizienz für einen Zeitraum von 6 Wochen. Die chronische Niereninsuffizienz resultiert aus der Entnahme der rechten Niere und der Ligierung der Segmentarterien, die den oberen und unteren Nierenpol versorgen, der linken Niere. Die Figur zeigt floride fokal-segmentale Glomerulosklerose als sogenannte proliferative FSGS (Glomerulum rechts). Das andere Glomerulum (links) zeigt ischä-

5 mischen Kollaps des Schlingenkonvolutes. Am unteren
des Bildes ist ein kleines Gefäß mit schwerem Endo-
thelschaden zu sehen. Die beobachteten histologi-
schen Veränderungen entsprechen einem hypertensiven
Organschaden beziehungsweise Veränderungen im Rah-
men einer Überlastungsneuropathie nach 5/6 Nephrek-
tomie.

10 Figur 10 zeigt die histologischen Veränderungen bei
einer Sprague-Dawley-Ratte mit chronischer Nieren-
insuffizienz nach jeweils einmal wöchentlicher
NaCl-Behandlung beginnend direkt nach Induktion der
chronischen Niereninsuffizienz für einen Zeitraum
von 6 Wochen. Die chronische Niereninsuffizienz re-
sultiert aus der Entnahme der rechten Niere und der
15 Ligierung der Segmentarterien, die den oberen und
unteren Nierenpol versorgen, der linken Niere. Die
Figur zeigt eine nahezu vollständige Sklerose be-
ziehungsweise Destruktion eines kompensatorisch
vergrößerten Glomerulums mit ausgeprägter Hyalinose
20 beziehungsweise fibrinoider Nekrose der dazugehöri-
gen afferenten Arteriole.

25 Figur 11 zeigt die histologischen Veränderungen bei
einer Sprague-Dawley-Ratte mit chronischer Nieren-
insuffizienz nach jeweils einmal wöchentlicher
NaCl-Behandlung beginnend direkt nach Induktion der
chronischen Niereninsuffizienz für einen Zeitraum
von 6 Wochen. Die chronische Niereninsuffizienz re-
sultiert aus der Entnahme der rechten Niere und der
Ligierung der Segmentarterien, die den oberen und
30 unteren Nierenpol versorgen, der linken Niere. Die
Figur zeigt eine kleine präglomeruläre Arterie mit
charakteristischer zwiebelschalenartiger Gefäß-

wandproliferation und Wandnekrose bei schwerer hypertensiver Schädigung, einer sogenannten malignen Nephrosklerose (vergleiche Bild rechts). Links ist eine regelrechte (noch) nicht geschädigte Arteriole zu sehen.

Figur 12 zeigt die histologischen Veränderungen bei einer Sprague-Dawley-Ratte mit chronischer Niereninsuffizienz nach jeweils einmal wöchentlicher Aranesp (EPO)-Behandlung (0,1 µg/kg Aranesp) beginnend direkt nach Induktion der chronischen Niereninsuffizienz für einen Zeitraum von 6 Wochen. Die chronische Niereninsuffizienz resultiert aus der Entnahme der rechten Niere und der Ligierung der Segmentarterien, die den oberen und unteren Nierenpol versorgen, der linken Niere. Die Figur zeigt ein regelrechtes Glomerulum mit zartem afferentem Gefäß. Im Tubulointerstitium ist kein pathologischer Befund festzustellen.

Figur 13 zeigt die histologischen Veränderungen bei einer Sprague-Dawley-Ratte mit chronischer Niereninsuffizienz nach jeweils einmal wöchentlicher Aranesp (EPO)-Behandlung (0,1 µg/kg Aranesp) beginnend direkt nach Induktion der chronischen Niereninsuffizienz für einen Zeitraum von 6 Wochen. Die chronische Niereninsuffizienz resultiert aus der Entnahme der rechten Niere und der Ligierung der Segmentarterien, die den oberen und unteren Nierenpol versorgen, der linken Niere. Die Figur zeigt ein regelrechtes Glomerulum mit zartem afferentem Gefäß (630-fache Vergrößerung). Im Tubulointerstitium ist kein pathologischer Befund festzustellen.

Figur 14 zeigt die histologischen Veränderungen bei einer Sprague-Dawley-Ratte mit chronischer Niereninsuffizienz nach jeweils einmal wöchentlicher Aranesp (EPO)-Behandlung (0,1 µg/kg Aranesp) beginnend
5 direkt nach Induktion der chronischen Niereninsuffizienz für einen Zeitraum von 6 Wochen. Die chronische Niereninsuffizienz resultiert aus der Entnahme der rechten Niere und der Ligierung der Segmentarterien, die den oberen und unteren Nierenpol
10 versorgen, der linken Niere. Die Figur zeigt ein regelrechtes Glomerulum mit zartem afferentem Gefäß. Im Tubulointerstitium ist kein pathologischer Befund festzustellen.

Figur 15 zeigt die histologischen Veränderungen bei
15 einer Sprague-Dawley-Ratte mit chronischer Niereninsuffizienz nach jeweils einmal wöchentlicher Aranesp (EPO)-Behandlung (0,1 µg/kg Aranesp) beginnend direkt nach Induktion der chronischen Niereninsuffizienz für einen Zeitraum von 6 Wochen. Die chro-
20 nische Niereninsuffizienz resultiert aus der Entnahme der rechten Niere und der Ligierung der Segmentarterien, die den oberen und unteren Nierenpol versorgen, der linken Niere. Die Figur zeigt ein
regelrechtes Glomerulum mit zartem afferentem Gefäß
25 (630-fache Vergrößerung). Im Tubulointerstitium ist kein pathologischer Befund festzustellen.

Beispiel 1

Wirkung von EPO bei Patienten mit renaler Anämie

Die Wirkung von Erythropoietin bei Patienten mit
30 renaler Anämie (Hb < 10,5 g/dl) als Folge von Nie-

renkrankheit im Endstadium (präterminale Niereninsuffizienz; Creatinin-Clearance < 35 ml/min) wurde untersucht. 11 Patienten wurden über einen Zeitraum von mindestens 8 Wochen mit Erythropoietin in wöchentlichen Dosen von durchschnittlich 5000 IU rhE-
5 PO (rekombinantes humanes Erythropoietin) intravenös beziehungsweise subkutan behandelt. Nach Erythropoietin-Behandlung wurden die endothelialen Vorläuferzellen im Blut der Patienten über einen
10 Zeitraum von 20 Wochen untersucht, wobei nach 0, 2, 4, 6 und 8 Wochen endotheliale Vorläuferzellen bezüglich ihrer Anzahl als auch ihres Differenzierungsstatus mittels Durchflusszytometrie und eines Kulturtestes analysiert wurden.

15 Bei zirkulierenden peripheren Blutstammzellen (CPBSC) handelt es sich um eine kleine Zellpopulation, die sowohl das CD34-Antigen als auch das CD45-Antigen exprimieren. Auf der Basis der ISHAGE-Richtlinien wurde ein Test zur Bestimmung der Anzahl von CPBSC mittels Durchflusszytometrie entwickelt
20 (Sutherland et al., J. Hematother., 5 (1996), 213-226). Unter Verwendung dieses Tests wurden sowohl das Expressionsmuster von CD34- und CD45-Zellen als auch die Morphologie der Stammzellen bestimmt. Auf diese Weise wurde sowohl die absolute Anzahl von CPBSC pro µl als auch der prozentuale Anteil von CPBSC an der Gesamtleukozytenzahl bestimmt.
25

30 Figur 1 zeigt die Ergebnisse einer FACS-Analyse zirkulierender CD34⁺-Stammzellen auf der Basis der ISHAGE-Richtlinien.

Figur 2 zeigt die Anzahl der mittels FACS-Analyse ermittelten CD34⁺-Stammzellen über einen Zeitraum von 8 Wochen.

Zellkultur-Test

- 5 Mononucleäre periphere Blutzellen (PBMCs) wurden mittels Dichtezentrifugation über Ficoll aus menschlichen Blutproben entsprechend dem in Asahara, Science, 275 (1997), 964-967, beschriebenen Verfahren isoliert. Die Zellen wurden auf Kultur-
- 10 platten mit Fibronectin ausplattiert und in EC-Basalmedium gehalten. EC-Basalmedium besteht aus EBM-2-Basalmedium (Fa. Clonetics) und EGM-2 Quots (hEGF; GA-1000 (Gentamicin, Amphotericin-B) FBS, VEGF, hFGF-B (w/heparin), R³-IGF-1, Ascorbic Acid,
- 15 Heparin). Nach 4-tägiger Kultivierung wurden nicht-adhärenzte Zellen durch Waschen der Platten entfernt. Die verbleibenden adhärenzten Zellen wurden mit Trypsin behandelt und erneut ausgesät. Anschließend wurden sie für weitere 3 Tage kultiviert. Zellen mit endotheliale Phänotyp wurden
- 20 durch Positivfärbung bezüglich zwei unterschiedlicher Endothelialmarker am Tag 7 nach Isolation identifiziert. Dabei handelt es sich um DiI-markiertes acetyliertes Lipoprotein geringer Dichte
- 25 (acLDL-DiI) und Ulex europaeus-Aglutinin-1 (UEA-1). Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in Figur 3 dargestellt.

Die Ergebnisse zeigen, dass Erythropoietin endotheliale Vorläuferzellen mobilisieren und die Anzahl

30 zirkulierender endothelialer Vorläuferzellen erhöhen kann. Dabei werden funktionelle Defizite, die

unter bestimmten pathologischen Zuständen wie renaler Anämie auftreten, ausgeglichen. Diese Ergebnisse sind in Figur 4 dargestellt

5 Mittels Durchflusszytometrie wurde ermittelt, dass bei Patienten mit Nierenkrankheit im Endstadium die Anzahl zirkulierender CD34⁺-Stammzellen der Anzahl zirkulierender CD34⁺-Stammzellen im Blut von gesunden Probanden entspricht. Nach Beginn der Erythropoietin-Behandlung erhöht sich die Anzahl CD34⁺-
10 Stammzellen im Blutkreislauf signifikant um mehr als 50 %. Unter Verwendung des Zellkulturtestes wurde bestimmt, dass nach Behandlung mit Erythropoietin die Anzahl der Zellen, die einen endothelialen Phänotyp entwickeln, dramatisch ansteigt. In
15 einem funktionellen Zellkulturtest erhöhte sich die stark beeinträchtigte Fähigkeit von endothelialen Vorläuferzellen um das mehr als 3-fache.

Beispiel 2

20 **Verbesserte Wundheilung durch den systemischen Einsatz von rhEPO**

FVB/N-Mäuse wurden durch Inhalationsanästhesie mit Isofloran narkotisiert. Die Behaarung der beiden Hinterläufe wurde mit Hilfe einer Enthaarungslotion
25 entfernt und mit 70%igen Alkohol desinfiziert. Mittels einer sterilen, 4 mm-Einweg-Biopsiegewebe-
stanze wurde jeweils eine Hautwunde auf der rechten Flanke der Mäuse gesetzt. Die gegenüberliegende Seite diente als interne Kontrolle. Einmalig wurde
30 eine postoperative antibiotische Abschirmung mit

- 57 -

Penicillin G (20000 Einheiten/kg) durchgeführt. Über den gesamten Untersuchungszeitraum erfolgten einmalig wöchentliche subkutane Injektionen von rekombinantem humanen Erythropoietin-Analog Aranesp (0,1 µg/kg Körpergewicht) über den gesamten Studienzeitraum. Die Behandlung begann sieben Tage vor Entnahme der Gewebestanze. Die Ergebnisse sind in Figur 5 dargestellt. Sie zeigen, dass die Verabreichung von EPO den Wundheilungsprozess erheblich beschleunigt.

Beispiel 3

Verminderung der Progression der chronischen Niereninsuffizienz durch Erythropoietin-Behandlung

Acht Wochen alte Sprague-Dawley-Ratten wurden mit Ketamin (120 mg/kg) und Rompun (10 mg/kg) narkotisiert. Den Ratten wurden am Tage 0 die rechte Niere entnommen, welche sofort nach Entnahme für eine histologische Untersuchung in Formalin fixiert wurde. Bei der linken Niere wurden die Segmentarterien, welche den oberen und unteren Nierenpol versorgen, ligiert. Dadurch kommt es zu einem Niereninfarkt der entsprechenden Nierenareale, wobei nur das mittlere Nierendrittel funktionell erhalten bleibt. Einmal wöchentlich erhielten die Ratten das Erythropoietin-Analog Aranesp in einer Dosis von 0,1 µg/kg Körpergewicht oder zur Kontrolle NaCl subkutan (s.c.) gespritzt.

Figur 7 zeigt die Kaplan-Mayer-Überlebenskurve beider Versuchsgruppen. Die Aranesp-behandelten Tiere

haben ein deutlich verbessertes Überleben verglichen mit den Kochsalz-behandelten Kontrolltieren.

In den Figuren 12-15 ist gezeigt, dass nach Behandlung mit Erythropoietin das Nierengewebe keine pathologischen Veränderungen zeigt, während nach Behandlung mit NaCl schwere pathologische Veränderungen sichtbar sind (vergleiche Figuren 8-11). Weitere histologische Untersuchungen ergaben, dass bei Aranesp-behandelten Tieren eine deutlich höhere Gefäßdichte (CD31) zu beobachten ist als bei Kochsalz-behandelten Tieren (Daten nicht gezeigt).

Beispiel 4

Verminderung der Progression akuter Niereninsuffizienz

15 Für diese Untersuchung wurden Sprague-Dawley-Ratten mit einem Körpergewicht von 250 bis 300 g eingesetzt. Eine der Versuchsgruppen erhielt einmalig am Tag vor Induktion des akuten Nierenversagens Aranesp in einer Dosis von 0,1 µg/kg Körpergewicht.

20 Die Ratten wurden mit Ketamin (120 mg/kg Körpergewicht) und Rompun (10 mg/kg) narkotisiert. Als Vergleich diente eine Gruppe von Versuchstieren, denen jeweils zeitgleich Kochsalz s.c. injiziert wurde. Der Blutfluss in der Niere wurde für 45 Minuten unterbrochen, indem eine Arterienklemme auf die rechte Nierenarterie gesetzt wurde. In dieser Zeit wurde linksseitig eine Nephrektomie durchgeführt. Bei einer weiteren Kontrollgruppe wurde eine Scheinoperation durchgeführt. Hier wurde das Abdomen eröffnet,

30 net, die linke Nierenarterie freipräpariert, jedoch

die Blutversorgung nicht unterbrochen, und die kontralaterale rechte Niere entnommen. Alle Tiere wurden für einen Zeitraum von 60 Minuten narkotisiert und 24 Stunden nach Operation getötet.

- 5 Die 45-minütige Ischämie mit nachfolgender Reperfusion der verbleibenden rechten Niere führte in den kochsalzbehandelten Tieren zu einem massiven akuten Nierenfunktionsverlust. Dieser fand seinen Ausdruck in einem um den Faktor 7 angestiegenen Serumkreati-
- 10 nin-Wert ($p < 0,05$). Demgegenüber zeigten die mit dem Erythropoietin-Analog Aranesp behandelten Tiere nur einen vierfachen Anstieg des Serumkreatinin-
- 15 Wertes einen Tag nach Induktion des Ischämie-Reperfusions-Schadens. Bei den linksseitig nephrektomierten Tieren mit scheinoperierter rechter Niere kam es zu keinem Anstieg der Retentionswerte. Die Ergebnisse sind in Figur 6 dargestellt.

Ansprüche

1. Verwendung von Erythropoietin und/oder Derivaten davon zur Stimulation der physiologischen Mobilisierung endothelialer Vorläuferzellen, der Prolifera-
5 tion endothelialer Vorläuferzellen, der Differenzierung endothelialer Vorläuferzellen zu Endothelzellen und/oder der Migration endothelialer Vorläuferzellen in Richtung eines angiogenen oder vaskulogenen Stimulus.
- 10 2. Verwendung nach Anspruch 1, wobei die Fähigkeit sich differenzierender endothelialer Vorläuferzellen zur Adhäsion gesteigert wird.
3. Verwendung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Stimulation endothelialer Vorläuferzellen zur Bil-
15 dung von Endothelgewebe führt.
4. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Stimulation der endothelialen Vorläuferzellen zur Ausbildung neuer Blutgefäße führt.
- 20 5. Verwendung von Erythropoietin und/oder Derivaten davon zur Stimulation der Bildung von Endothelgewebe.
6. Verwendung von Erythropoietin und/oder Derivaten davon zur Stimulation der Vaskulogenese.
- 25 7. Verwendung von Erythropoietin zur Therapie von Krankheitszuständen oder Krankheiten des menschlichen oder tierischen Körpers, die im Zusammenhang mit einer Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen stehen.

8. Verwendung nach Anspruch 7, wobei die Dysfunktion der endothelialen Vorläuferzellen in ihrer gestörten Fähigkeit zur Proliferation, ihrer gestörten Fähigkeit zur Differenzierung zu Endothelzellen, ihrer gestörten Fähigkeit zur Adhäsion und/oder ihrer gestörten Fähigkeit zur Migration in Richtung eines vaskulogenen oder angiogenen Stimulus besteht.
9. Verwendung nach Anspruch 7 oder 8, wobei die Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen die Bildung von Endothelgewebe und/oder Blutgefäßen beeinträchtigt oder verhindert.
10. Verwendung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei die Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen pathogen bedingt ist.
11. Verwendung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei es sich bei den Krankheitszuständen oder Krankheiten, die mit einer Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen im Zusammenhang stehen, um Hypercholesterinämie, Diabetes mellitus, Endothelvermittelte chronische Entzündungserkrankungen, Endotheliose einschließlich Retikuloendotheliose, Atherosklerose, koronare Herzkrankheit, Myokard-Ischämie, Angina pectoris, altersbedingte Herz-Kreislauf-Erkrankung, ischämische Erkrankungen der Extremitäten, Präeklampsie, Raynaud-Krankheit, schwangerschaftsinduzierte Hypertonie, chronische oder akute Niereninsuffizienz, insbesondere terminale Niereninsuffizienz, Herzinsuffizienz, Wundheilung und Folgeerkrankungen davon handelt.

12. Verwendung von Erythropoietin zur Therapie von Hypercholesterinämie, Diabetes mellitus, Endothel-vermittelten chronischen Entzündungserkrankungen, Endotheliose einschließlich Retikuloendotheliose, 5 Atherosklerose, koronarer Herzkrankheit, Myokard-Ischämie, Angina pectoris, altersbedingter Herz-Kreislauf-Erkrankung, ischämischen Erkrankungen der Extremitäten, Präeklampsie, Raynaud-Krankheit, schwangerschaftsinduzierter Hypertonie, chronischer 10 oder akuter Niereninsuffizienz, insbesondere terminaler Niereninsuffizienz, Herzinsuffizienz, Wundheilung und Folgeerkrankungen davon.
13. Verwendung nach einem der Ansprüche 7 bis 12, wobei Erythropoietin pro Patient in einer Dosis von 15 200 bis 2000 Einheiten/Woche verabreicht wird.
14. Verwendung nach Anspruch 13, wobei Erythropoietin pro Patient in einer Dosis von 500 bis 2000 Einheiten/Woche verabreicht wird.
15. Verwendung von Erythropoietin zur Herstellung 20 einer pharmazeutischen Zusammensetzung zur Therapie von Krankheitszuständen oder Krankheiten, die mit einer Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen im Zusammenhang stehen.
16. Verwendung nach Anspruch 15, wobei es sich bei 25 den Krankheitszuständen oder Krankheiten, die mit einer Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen im Zusammenhang stehen, um Hypercholesterinämie, Diabetes mellitus, Endothel-vermittelte chronische Entzündungserkrankungen, Endotheliose einschließ- 30 lich Retikuloendotheliose, Atherosklerose, koronare

- Herzkrankheit, Myokard-Ischämie, Angina pectoris, altersbedingte Herz-Kreislauf-Erkrankung, ischämische Erkrankungen der Extremitäten, Raynaud-Krankheit, Präeklampsie, schwangerschaftsinduzierte
- 5 Hypertonie, chronische oder akute Niereninsuffizienz, insbesondere terminale Niereninsuffizienz, Herzinsuffizienz, Wundheilung und Folgeerkrankungen davon handelt.
- 10 17. Verwendung von Erythropoietin zur Herstellung einer pharmazeutischen Zusammensetzung zur Therapie von Hypercholesterinämie, Diabetes mellitus, Endothel-vermittelten chronischen Entzündungserkrankungen, Endotheliose einschließlich Retikuloendotheliose, Atherosklerose, koronarer Herzkrankheit, Myo-
- 15 kard-Ischämie, Angina pectoris, altersbedingter Herz-Kreislauf-Erkrankung, ischämischen Erkrankungen der Extremitäten, Raynaud-Krankheit, Präeklampsie, schwangerschaftsinduzierter Hypertonie, chronischer oder akuter Niereninsuffizienz, insbe-
- 20 sondere terminaler Niereninsuffizienz, Herzinsuffizienz, Wundheilung und Folgeerkrankungen davon.
- 25 18. Verwendung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, wobei die pharmazeutische Zusammensetzung zur parenteralen, insbesondere intravenösen, intramuskulären, intrakutanen oder subkutanen Verabreichung geeignet ist.
19. Verwendung nach Anspruch 18, wobei die pharmazeutische Zusammensetzung als Injektion oder Infusion vorliegt.

- 64 -

20. Verwendung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, wobei die pharmazeutische Zusammensetzung zur pulmonalen Verabreichung geeignet ist.
21. Verwendung nach Anspruch 20, wobei die pharmazeutische Zusammensetzung als wässrige Lösung, nicht-wässrige Lösung oder Pulver vorliegt.
22. Verwendung nach Anspruch 20 oder 21, wobei die pharmazeutische Zusammensetzung in Form eines Aerosol-Präparates vorliegt.
23. Verwendung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, wobei die pharmazeutische Zusammensetzung zur oralen Verabreichung geeignet ist.
24. Verwendung nach Anspruch 23, wobei die pharmazeutische Zusammensetzung als Lösung, Suspension, Emulsion oder Tablette vorliegt.
25. Verwendung nach einem der Ansprüche 15 bis 24, wobei die pharmazeutische Zusammensetzung mindestens einen weiteren Wirkstoff zur Stimulation endothelialer Vorläuferzellen enthält.
26. Verwendung nach Anspruch 25, wobei es sich bei dem weiteren Wirkstoff um VEGF, PIGF, GM-CSF, einen HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor und/oder einen NO-Donator handelt.
27. Verwendung nach Anspruch 26, wobei der HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor ein Statin wie Simvastatin, Mevastatin oder Atorvastatin ist.

28. Verwendung von Erythropoietin zur Herstellung eines transplantierbaren Endothelzell-Präparates.
29. Verwendung nach Anspruch 28, wobei Endothelzellen in vitro durch Kultivierung endothelialer Vorläuferzellen in Gegenwart von Erythropoietin hergestellt werden.
30. Verwendung nach Anspruch 28 oder 29, wobei die Kultivierung der endothelialen Vorläuferzellen in Gegenwart mindestens eines weiteren Wirkstoffes ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus VEGF, PlGF, GM-CSF, einem HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor, insbesondere Simvastatin, Mevastatin oder Atorvastatin, und einem NO-Donator, insbesondere L-Arginin, erfolgt.
31. Verwendung von Erythropoietin zur Vorbehandlung und/oder Weiterbehandlung von Gewebe- oder Organtransplantaten.
32. Verwendung nach Anspruch 31, wobei die Vorbehandlung der Gewebe- oder Organtransplantate unter Verwendung isolierter endothelialer Vorläuferzellen erfolgt.
33. Verwendung von Erythropoietin zur Herstellung implantierbarer oder transplantierbarer zellhaltiger in vitro-Organ- oder Gewebesysteme, wobei die in vitro-Organ- oder Gewebesysteme vor Transplantation oder Implantation zur Induktion von Vaskulogenese und/oder Endothelzell-Bildung mit Erythropoietin behandelt werden.

34. Verwendung nach Anspruch 33, wobei die in vitro-Organ- oder Gewebesysteme endotheliale Vorläuferzellen enthalten.
- 5 35. Verwendung von Erythropoietin zur Herstellung von Gefäßprothesen oder Herzklappen, wobei die Gefäßprothesen oder Herzklappen mit Erythropoietin beschichtet werden.
- 10 36. Verwendung nach Anspruch 35, wobei die Beschichtung der Gefäßprothesen oder Herzklappen endotheliale Vorläuferzellen enthält.
37. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 36, wobei Erythropoietin menschliches oder tierisches Erythropoietin ist.
- 15 38. Verwendung nach Anspruch 37, wobei Erythropoietin ein Derivat, ein Analog, eine Modifikation oder ein Mutein von Erythropoietin ist.
- 20 39. Verwendung nach Anspruch 37 oder 38, wobei Erythropoietin aus menschlichem Urin, dem Urin oder Plasma von an aplastischer Anämie leidenden Patienten, Gewebekulturen von menschlichen Nierenkrebszellen, die Fähigkeit zur Bildung von menschlichem Erythropoietin aufweisenden menschlichen Lymphoblastenzellen oder einer durch Zellfusion einer menschlichen Zelllinie erhaltenen Hybridomkultur isoliert ist.
- 25 40. Verwendung nach Anspruch 37 oder 38, wobei Erythropoietin ein mittels DNA-Rekombinationstechniken hergestelltes Erythropoietin ist.

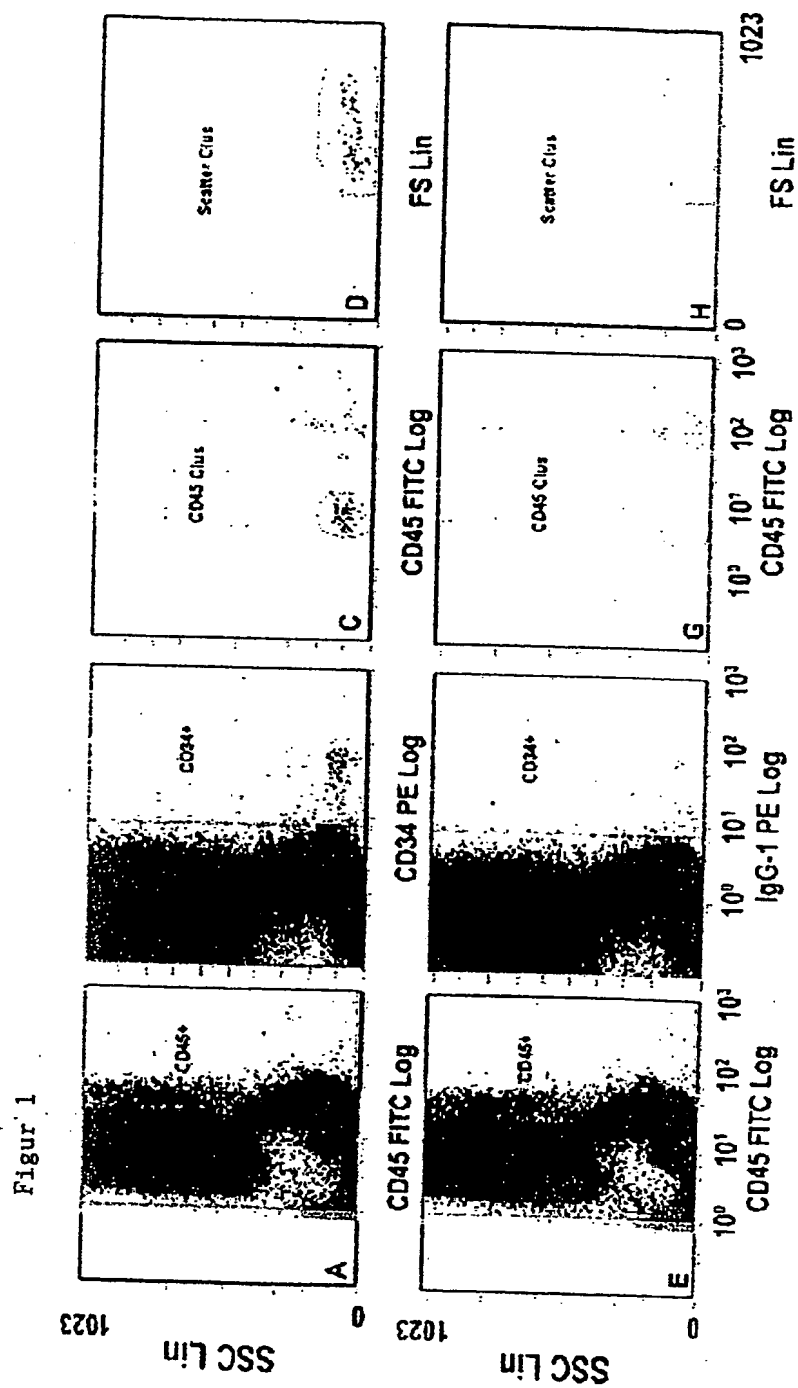
41. Pharmazeutische Zusammensetzung zur Stimulation endothelialer Vorläuferzellen, zur Stimulation der Bildung von Endothelgewebe, zur Stimulation von Vaskulogenese und/oder zur Behandlung von Krankheiten oder Krankheitszuständen, die im Zusammenhang mit einer Dysfunktion endothelialer Vorläuferzellen stehen, umfassend Erythropoietin und/oder ein Derivat, ein Analog, eine Modifikation oder ein Mutein davon als Wirkstoff sowie mindestens einen weiteren Wirkstoff ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus VEGF, PIGF, GM-CSF, einem HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor und einem NO-Donator.

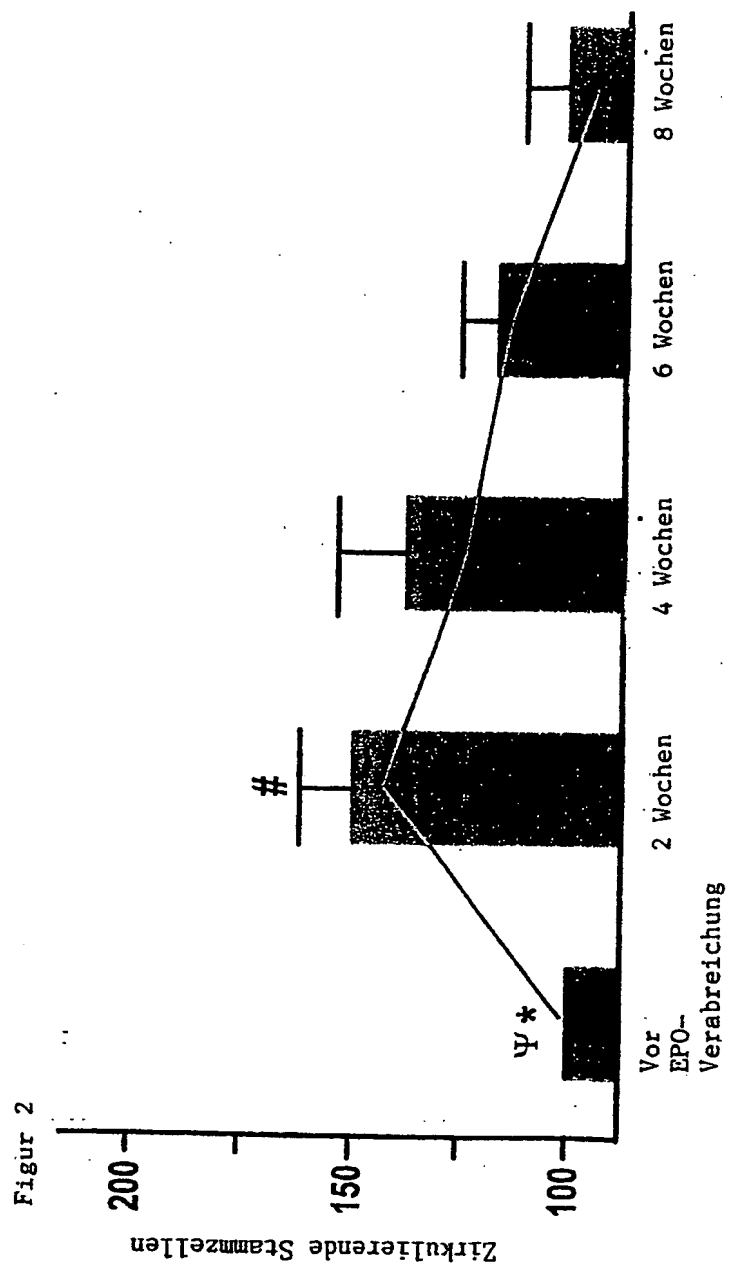
42. Pharmazeutische Zusammensetzung zur Prophylaxe und/oder Therapie von Hypercholesterinämie, Diabetes mellitus, Endothel-vermittelten chronischen Entzündungserkrankungen, Endotheliose einschließlich Retikuloendotheliose, Atherosklerose, koronarer Herzkrankheit, Myokard-Ischämie, Angina pectoris, altersbedingter Herz-Kreislauf-Erkrankung, ischämischen Erkrankungen der Extremitäten, Präeklampsie, Raynaud-Krankheit, schwangerschaftsinduzierter Hypertonie, chronischer oder akuter Niereninsuffizienz, insbesondere terminaler Niereninsuffizienz, Herzinsuffizienz, Wundheilung und Folgeerkrankungen davon, umfassend Erythropoietin und/oder ein Derivat, ein Analog, eine Modifikation oder ein Mutein davon als Wirkstoff.

43. Pharmazeutische Zusammensetzung nach Anspruch 42, zusätzlich umfassend einen weiteren Wirkstoff ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus VEGF, PIGF, GM-CSF, einem HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor und einem NO-Donator.

- 68 -

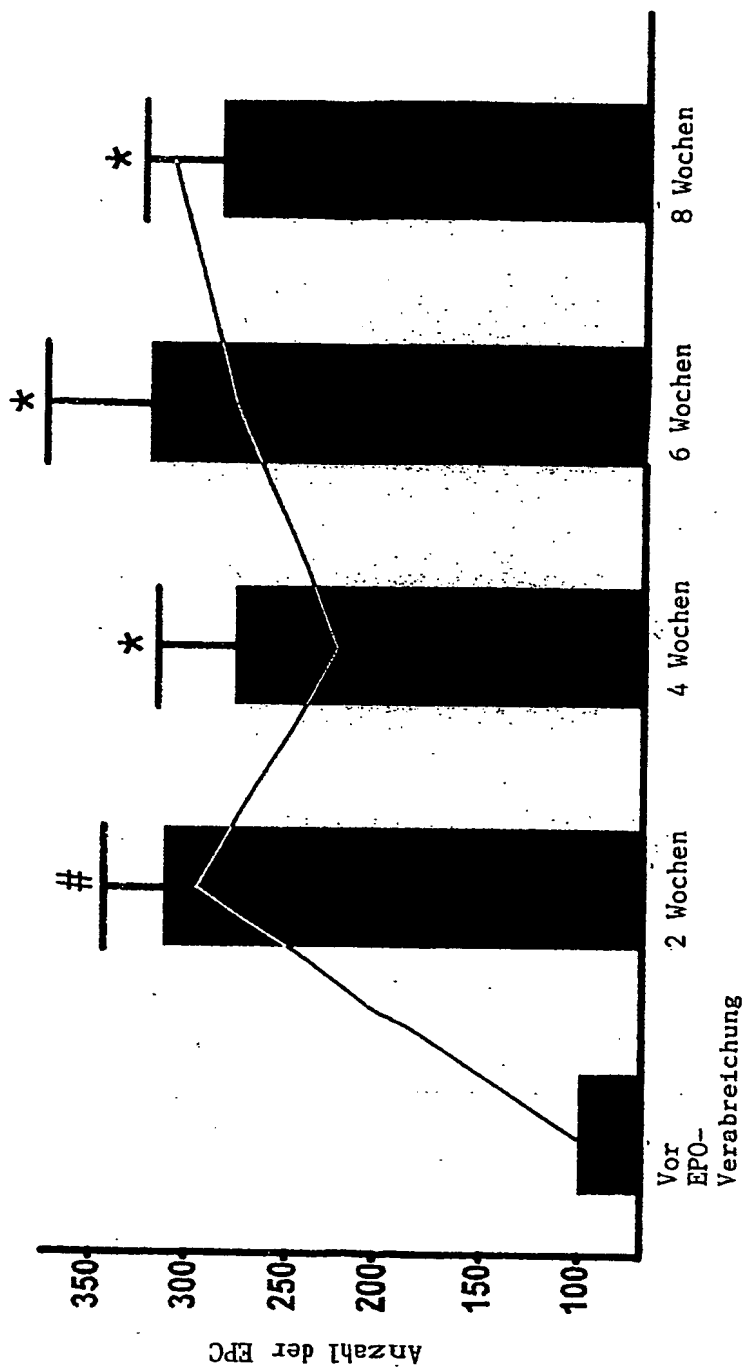
44. Pharmazeutische Zusammensetzung nach Anspruch 41 oder 43, wobei der HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor ein Statin wie Simvastatin, Mevastatin oder Atorvastatin ist.
- 5 45. Pharmazeutische Zusammensetzung nach Anspruch 41 oder 43, wobei der NO-Donator L-Arginin ist.

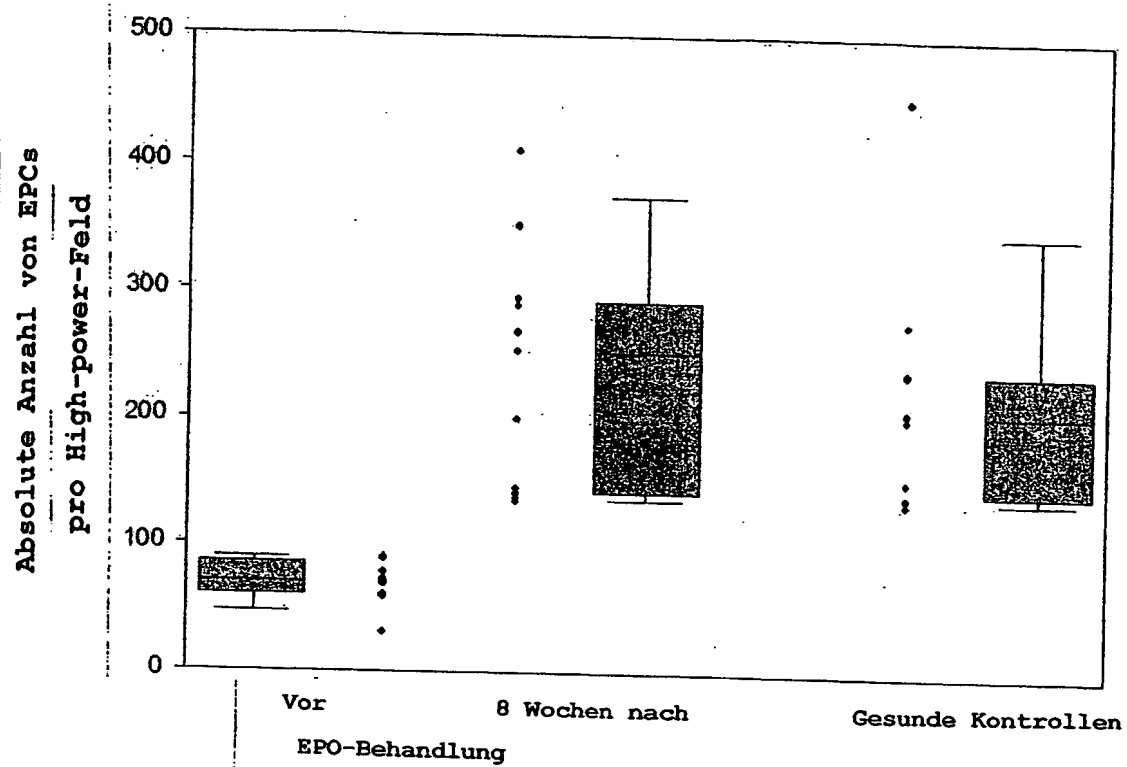




3/15

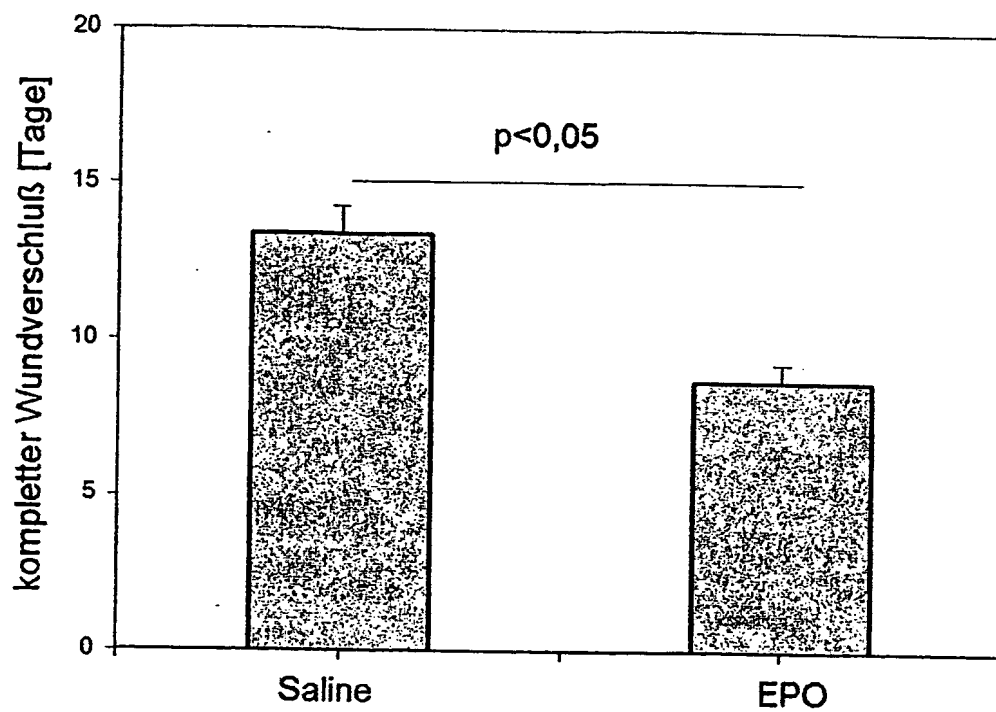
Figur 3



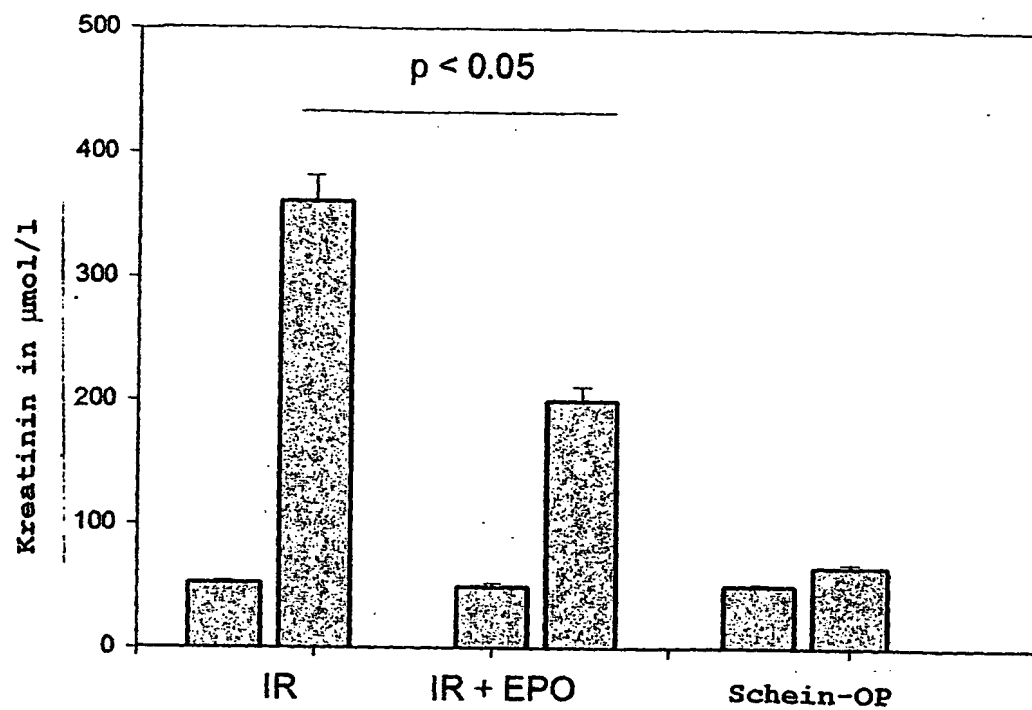


Figur 4

5/15

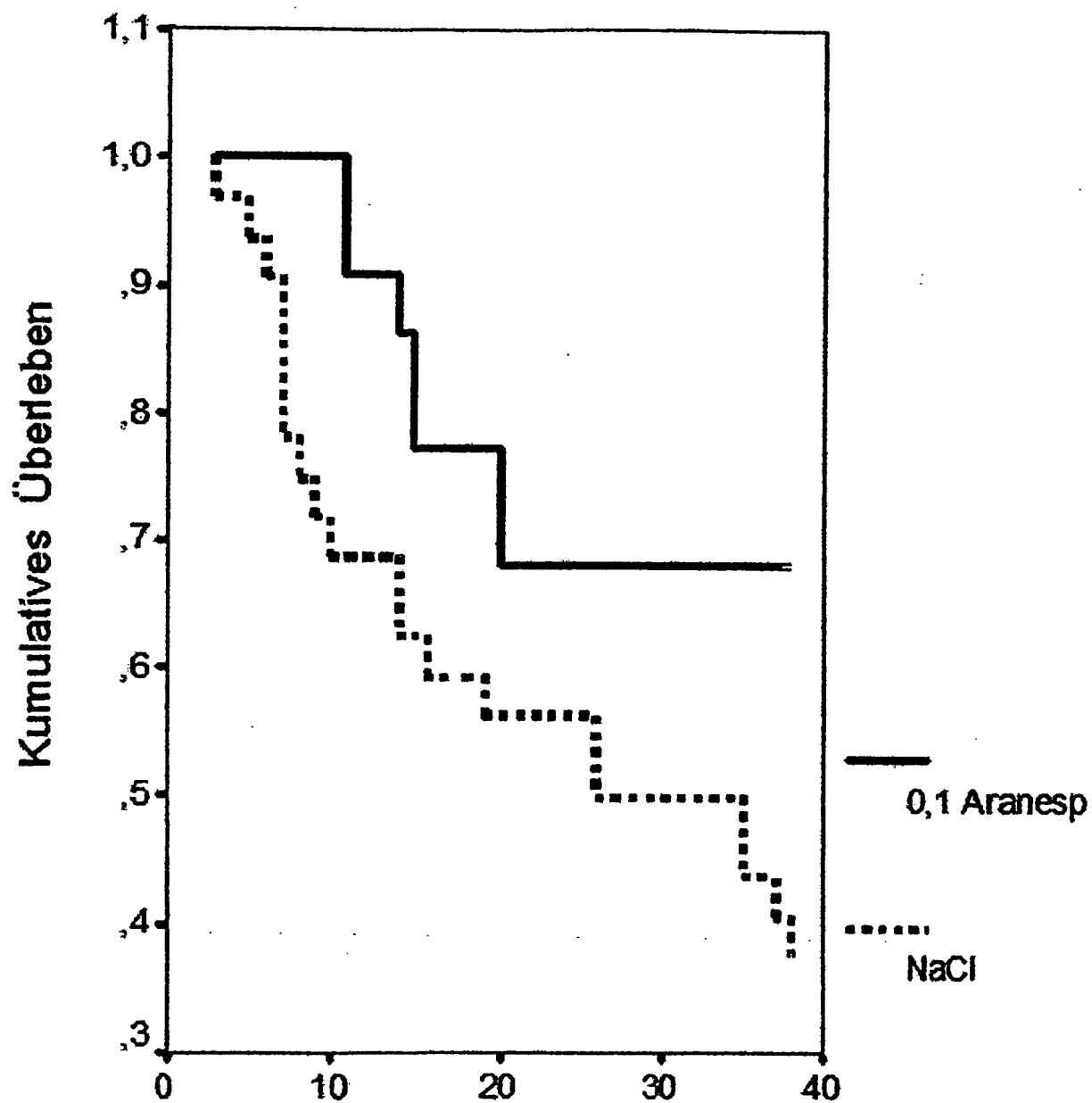


Figur 5



Figur 6

7/15



Figur 7



Figur 8

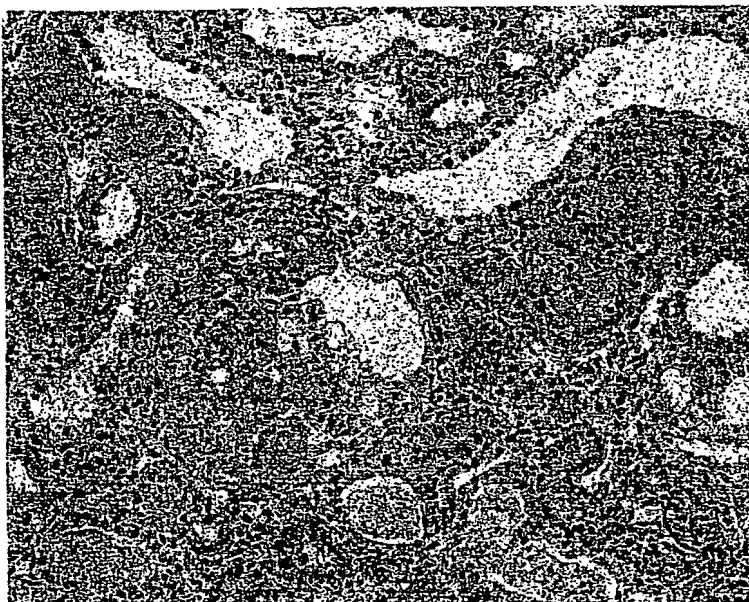


Figure 9

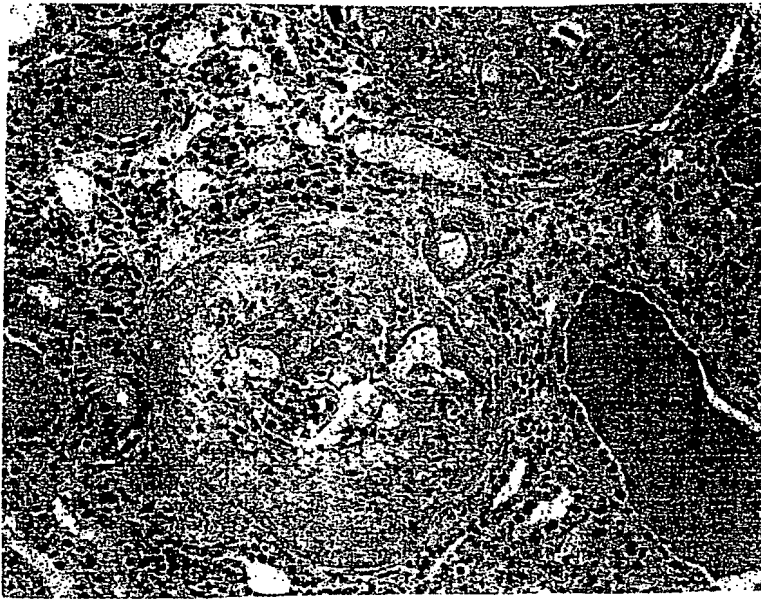


Figure 10

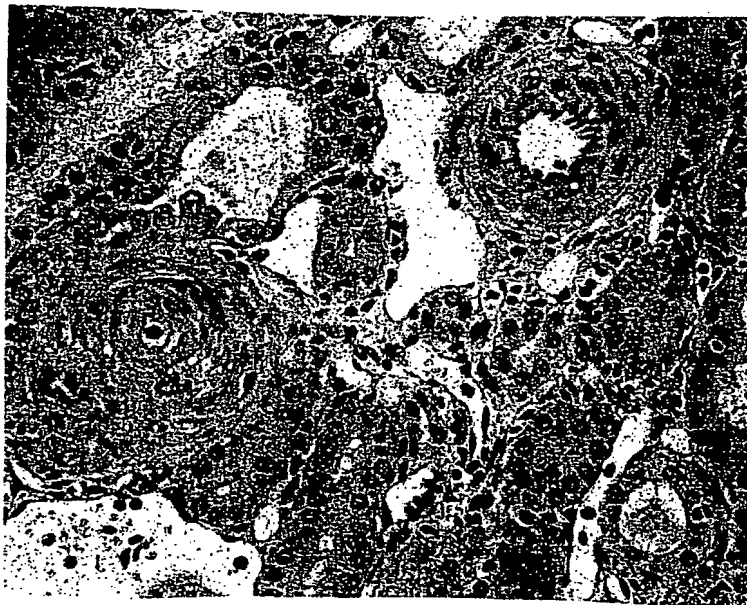


Figure 11



Figure 12

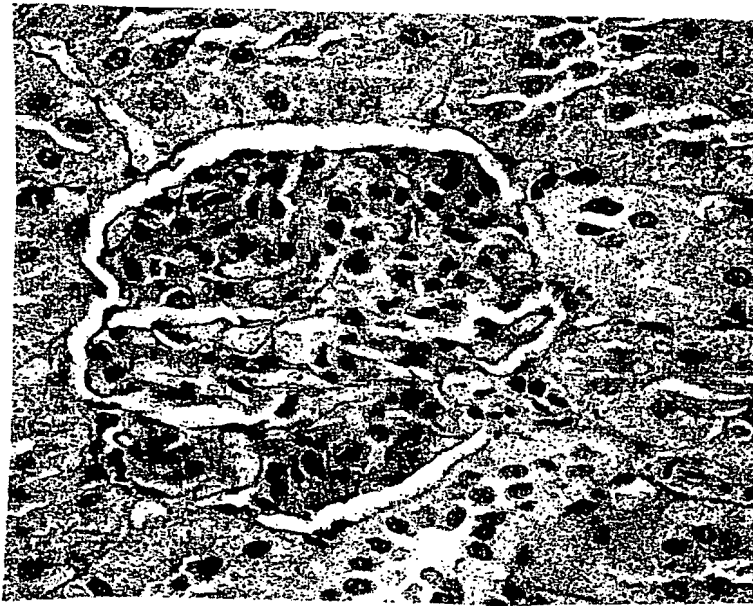


Figure 13

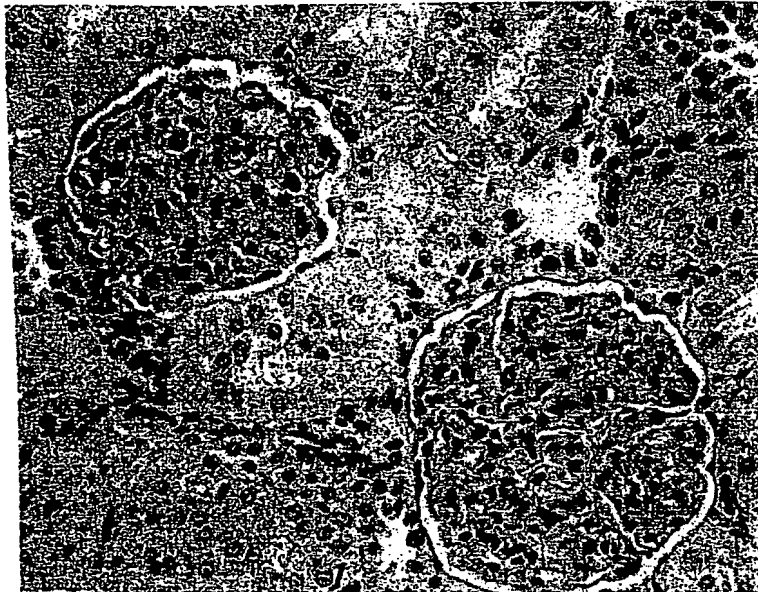


Figure 14

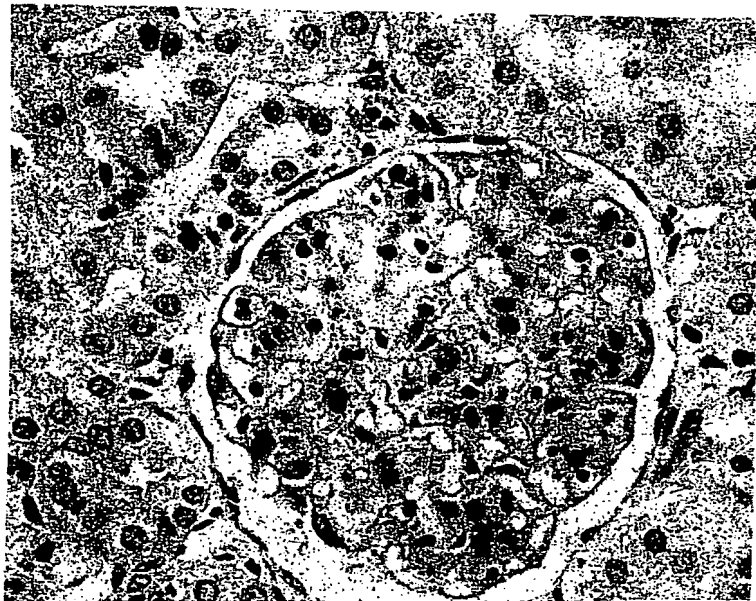


Figure 15

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. Februar 2004 (12.02.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/012759 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **A61K 38/18**,
A61P 9/00, A61L 27/38

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/008229

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Juli 2003 (25.07.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 34 192.3 26. Juli 2002 (26.07.2002) DE

CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,
PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: **BAHLMANN, Ferdinand, Hermann**
[DE/DE]; Tieckstrasse 24, 30625 Hannover (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HALLER, Hermann**
[DE/DE]; An der Trift 8D, 30559 Hannover (DE).

(74) Anwälte: **SCHRELL, Andreas** usw.; Leitzstrasse 45,
70469 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eintreffen

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen
Recherchenberichts: 3. Juni 2004

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

WO 2004/012759 A3

(54) Title: USE OF ERYTHROPOIETIN

(54) Bezeichnung: ERYTHROPOETIN ZUR STIMULATION ENDOTHELIALER VOLÄUFERZELLEN

(57) Abstract: The invention relates to the use of erythropoietin for stimulation of the physiological mobilisation, proliferation and differentiation of endothelial precursor cells, for stimulation of vasculogenesis, for the treatment of diseases related to a dysfunction of endothelial precursor cells and for the production of pharmaceutical compositions for the treatment of such diseases and pharmaceutical compositions comprising erythropoietin and other agents suitable for stimulation of endothelial precursor cells.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft die Verwendung von Erythropoietin zur Stimulierung der physiologischen Mobilisierung, Proliferation und Differenzierung endothelialer Vorläuferzellen, zur Stimulierung der Vaskulogenese, zur Therapie von Krankheiten, die mit einer Dysfunktion endothelialer Vorläuferzellen im Zusammenhang stehen, und zur Herstellung pharmazeutischer Zusammensetzungen zur Behandlung derartiger Krankheiten sowie pharmazeutische Zusammensetzungen, die Erythropoietin und andere geeignete Wirkstoffe zur Stimulation endothelialer Vorläuferzellen umfassen.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/08229

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 A61K38/18 A61P9/00 A61L27/38

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 A61K A61P A61L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, BIOSIS, EMBASE, CHEM ABS Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------------|
| P,X | WO 03/057242 A (BRUS RONALD HENDRIK PETER ; CRUCELL HOLLAND B V (NL); DE BOER RUDOLF A) 17 July 2003 (2003-07-17) claims | 1-12, 15-25, 37-40,42 |
| X | WO 02/14356 A (ALTHOFF CLAUDIA ; THOMPSON LAWRENCE H (US)) 21 February 2002 (2002-02-21) claims 1,42 | 1-12, 15-25, 37-40,42 |
| X | US 2002/065214 A1 (SILVERBERG DONALD S ET AL) 30 May 2002 (2002-05-30) claims | 1-12, 15-25, 37-40 |



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 March 2004

Date of mailing of the international search report

20. 04. 2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Winger, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/08229

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------------|
| X | WO 00/61164 A (KENNETH S WARREN LAB) 19 October 2000 (2000-10-19) claims 1,6,7 | 1-12, 15-25, 37-40,42 |
| X | WO 98/10650 A (ANAGNOSTOU ATHANASIOS A ; SIGOUNAS GEORGE (US); UNIV EAST CAROLINA (US) 19 March 1998 (1998-03-19) | 1-12, 15-25, 37-40,42 |
| Y | page 4, column 20 - column 35; claim 16 page 7, line 25 - page 8, line 4 | 1-42 |
| X | US 5 980 887 A (ISNER JEFFREY M ET AL) 9 November 1999 (1999-11-09) | 1-12, 15-25, 37-40,42 |
| Y | column 3, paragraph 1; claims 7-11 | 1-42 |
| X | BUEMI M ET AL: "Recombinant erythropoietin prevents the progression of atherosclerosis in Watanabe rabbits with hereditary hypocholesterolemia" NEPHROLOGY DIALYSIS TRANSPLANTATION, vol. 12, no. 9, 1997, page A190, XP0009021639 & ANNUAL CONGRESS OF THE EUROPEAN RENAL ASSOCIATION AND THE EUROPEAN DIALYSIS AND TRANSPLANT ASSOCIATI; GENEVA, SWITZERLAND; SEPTEMBER 21-24, 1997 ISSN: 0931-0509 abstract | 1-12, 15-25, 37-40,42 |
| X | BUEMI M ET AL: "Recombinant human erythropoietin (rHuEPO): More than just the correction of uremic anemia" JOURNAL OF NEPHROLOGY 2002 ITALY, vol. 15, no. 2, 2002, pages 97-103, XP0009021789 ISSN: 1121-8428 | 1-12, 15-25, 37-40,42 |
| Y | page 99, column 1 page 101, column 1 page 101, column 2 | 1-42 |
| X | MASUDA SEIJI ET AL: "Erythropoietic, neurotrophic, and angiogenic functions of erythropoietin and regulation of erythropoietin production" INTERNATIONAL JOURNAL OF HEMATOLOGY, vol. 70, no. 1, July 1999 (1999-07), pages 1-6, XP0009021621 & ISSN: 0925-5710 | 1-12, 15-25, 37-40 |
| Y | page 3, column 2, paragraph 3 - page 4, column 1, paragraph 3; figure 1 | 1-42 |
| | -/-- | |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/08229

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| X | KRAUSE K ET AL: "Recombinant human erythropoietin and VEGF have equal angiogenic potency: Investigation in a novel in vitro assay of human vascular tissues" EUROPEAN HEART JOURNAL, vol. 22, no. Abstract Supplement, September 2001 (2001-09), page 154, XP0001097312 & XXIII CONGRESS OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY TOGETHER WITH THE 36TH ANNUAL GENERAL MEETING 0; STOCKHOLM, SWEDEN; SEPTEMBER 01-05, 2001 ISSN: 0195-668X | 1-6 |
| Y | abstract | 1-42 |
| Y | MASCHIO G: "Erythropoietin and systemic hypertension" NEPHROLOGY DIALYSIS TRANSPLANTATION, vol. 10, no. SUPPL. 2, 1995, pages 74-79, XP0009021640 & ISSN: 0931-0509 abstract | 1-27, 37-42 |
| P,Y | DATABASE BIOSIS 'Online! BIOSCIENCES INFORMATION SERVICE, PHILADELPHIA, PA, US; November 2002 (2002-11), KASHIWAGI M ET AL: "Hypertension in a pregnancy with renal anemia after recombinant human erythropoietin (rhEPO) therapy." XP002275413 Database accession no. PREV200300039039 abstract & ARCHIVES OF GYNECOLOGY AND OBSTETRICS, vol. 267, no. 1, November 2002 (2002-11), pages 54-56, ISSN: 0932-0067 | 1-27, 37-42 |
| Y | DATABASE BIOSIS 'Online! BIOSCIENCES INFORMATION SERVICE, PHILADELPHIA, PA, US; 1997, CONRAD KIRK P ET AL: "Placental cytokines and the pathogenesis of preeclampsia" XP002275414 Database accession no. PREV199799525116 abstract & AMERICAN JOURNAL OF REPRODUCTIVE IMMUNOLOGY, vol. 37, no. 3, 1997, pages 240-249, ISSN: 1046-7408 | 1-27, 37-42 |
| | -/-- | |

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------------|
| P,X | WO 03/037273 A (UNIV UTAH RES FOUND) 8 May 2003 (2003-05-08) claims | 1-12, 15-25, 37-40,42 |
| X | ----- DATABASE EMBASE 'Online! ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, AMSTERDAM, NL; 2000, CASES A: "Recombinant human erythropoietin treatment in chronic renal failure: Effects on hemostasis and vasculature" XP002275415 Database accession no. EMB-2000364537 abstract & DRUGS OF TODAY 2000 SPAIN, vol. 36, no. 8, 2000, pages 541-556, ISSN: 0025-7656 | 1-12, 15-25, 37-40,42 |
| X | ----- DATABASE MEDLINE 'Online! US NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE (NLM), BETHESDA, MD, US; May 1996 (1996-05), BRAGA J ET AL: "Maternal and perinatal implications of the use of human recombinant erythropoietin." XP002275416 Database accession no. NLM8677769 abstract & ACTA OBSTETRICIA ET GYNECOLOGICA SCANDINAVICA. MAY 1996, vol. 75, no. 5, May 1996 (1996-05), pages 449-3, ISSN: 0001-6349 | 1-12, 15-25, 37-40,42 |
| P,X | ----- WO 02/085940 A (ESCARY JEAN-LOUIS ; GENODYSSEE (FR)) 31 October 2002 (2002-10-31) claims 28-30 | 1-12, 15-25, 37-40,42 |
| X | ----- DATABASE BIOSIS 'Online! BIOSCIENCES INFORMATION SERVICE, PHILADELPHIA, PA, US; 16 November 2001 (2001-11-16), ARCASOY MURAT O ET AL: "Erythropoietin (EPO) stimulates angiogenesis in vivo and promotes wound healing" XP002275417 Database accession no. PREV200200261552 abstract -/- | 1-12, 15-25, 37-40,42 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 03/08229

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☒ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

Although claims 1-14, 28 and 31 relate to a method for treatment of the human or animal body, the search was carried out on the basis of the alleged effects of the compound.
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

SEE SUPPLEMENTAL SHEET

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest☐

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☒

No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of I.1

Although claims 1-14, 28 and 31 relate to a method for treatment of the human or animal body, the search was carried out on the basis of the alleged effects of the compound.

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, namely

1. Claims 1-6, 7-24 (in part), 36-40 (in part), 42

use of EPO to stimulate endothelial precursor cells and for therapy of diseases in an array of cardiovascular forms (hypercholesterolemia, diabetes, chronic inflammatory diseases, atherosclerosis, coronary heart disease, myocardial ischemia, angina pectoris, age-related cardiovascular disease, ischemic diseases, Raynaud's disease, heart failure) as well as pharmaceutical compositions for medical use comprising EPO.

2. Claims 7-24 (in part), 36-40 (in part)

use of EPO for therapy of endotheliosis.

3. Claims 7-24 (in part), 36-40 (in part)

use of EPO for therapy of preeclampsia and pregnancy-induced hypertension.

4. Claims 7-24 (in part), 36-40 (in part)

use of EPO for therapy of renal insufficiency.

5. Claims 7-24 (in part), 36-40 (in part)

use of EPO for wound healing.

6. Claims 28-35, 36-40 (in part)

use of EPO to prepare transplantable endothelial cell preparations, to prepare tissue or organ systems containing cells and to prepare heart valves.

7. Claims 25-27, 36-40 (in part), 41, 43-45

pharmaceutical compositions containing EPO as well as an additional active substance and use thereof.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/08229

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| | <p>& BLOOD, vol. 98, no. 11 Part 1, 16 November 2001 (2001-11-16), pages 822a-823a, 43RD ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN SOCIETY OF HEMATOLOGY, PART 1; ORLANDO, FLORIDA, USA; DECEMBER 07-11, 2001 ISSN: 0006-4971</p> | |
| Y | <p>WO 89/07944 A (US COMMERCE ; AMERICAN NAT RED CROSS (US)) 8 September 1989 (1989-09-08) page 16, line 10 - line 15 page 19, line 16 - line 27 claims</p> | 28-40 |
| Y | <p>WO 92/15323 A (CREATIVE BIOMOLECULES INC) 17 September 1992 (1992-09-17) page 3, line 5; claims</p> | 28-40 |
| X | <p>US 4 992 419 A (GRUBER WERNER ET AL) 12 February 1991 (1991-02-12) claims 1,4; example 7</p> | 41-43,45 |
| X | <p>US 5 198 417 A (DONAHUE ROBERT E) 30 March 1993 (1993-03-30) claims 1-3; examples 1-3</p> | 41-43 |
| X | <p>DATABASE BIOSIS 'Online! BIOSCIENCES INFORMATION SERVICE, PHILADELPHIA, PA, US; November 1998 (1998-11), ALVAREZ ARROYO MARIA VICTORIA ET AL: "Role of vascular endothelial growth factor on erythropoietin-related endothelial cell proliferation" XP002275418 Database accession no. PREV199800506855 abstract & JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY OF NEPHROLOGY, vol. 9, no. 11, November 1998 (1998-11), pages 1998-2004, ISSN: 1046-6673</p> | 41-43 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/08229

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|----|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 03057242 | A | 17-07-2003 | WO 03057242 A1 | 17-07-2003 |
| WO 0214356 | A | 21-02-2002 | AU 9175501 A | 25-02-2002 |
| | | | BR 0113189 A | 16-09-2003 |
| | | | CA 2418531 A1 | 21-02-2002 |
| | | | CZ 20030406 A3 | 18-06-2003 |
| | | | WO 0214356 A2 | 21-02-2002 |
| | | | EP 1317276 A2 | 11-06-2003 |
| | | | HU 0300740 A2 | 29-09-2003 |
| US 2002065214 | A1 | 30-05-2002 | NONE | |
| WO 0061164 | A | 19-10-2000 | AU 4348700 A | 14-11-2000 |
| | | | BG 106058 A | 29-12-2002 |
| | | | BR 0009737 A | 14-01-2003 |
| | | | CA 2383940 A1 | 19-10-2000 |
| | | | CZ 20013695 A3 | 13-02-2002 |
| | | | EP 1171147 A1 | 16-01-2002 |
| | | | HU 0201598 A2 | 28-09-2002 |
| | | | JP 2003520194 T | 02-07-2003 |
| | | | NO 20014991 A | 15-11-2001 |
| | | | PL 352223 A1 | 11-08-2003 |
| | | | SK 14412001 A3 | 05-03-2002 |
| | | | TR 200103785 T2 | 21-06-2002 |
| | | | WO 0061164 A1 | 19-10-2000 |
| | | | ZA 200108407 A | 13-02-2003 |
| WO 9810650 | A | 19-03-1998 | US 2002052309 A1 | 02-05-2002 |
| | | | CA 2265547 A1 | 19-03-1998 |
| | | | CN 1429623 A | 16-07-2003 |
| | | | CN 1235512 A ,B | 17-11-1999 |
| | | | EP 0933995 A1 | 11-08-1999 |
| | | | JP 2001503028 T | 06-03-2001 |
| | | | WO 9810650 A1 | 19-03-1998 |
| | | | US 5922674 A | 13-07-1999 |
| US 5980887 | A | 09-11-1999 | AU 743267 B2 | 24-01-2002 |
| | | | AU 5243298 A | 29-05-1998 |
| | | | CA 2271690 A1 | 14-05-1998 |
| | | | EP 0941125 A1 | 15-09-1999 |
| | | | JP 2001503427 T | 13-03-2001 |
| | | | WO 9819712 A1 | 14-05-1998 |
| | | | US 6569428 B1 | 27-05-2003 |
| WO 03037273 | A | 08-05-2003 | US 2003083251 A1 | 01-05-2003 |
| | | | WO 03037273 A2 | 08-05-2003 |
| WO 02085940 | A | 31-10-2002 | FR 2823220 A1 | 11-10-2002 |
| | | | CA 2443373 A1 | 31-10-2002 |
| | | | WO 02085940 A2 | 31-10-2002 |
| | | | EP 1383927 A2 | 28-01-2004 |
| | | | US 2003050269 A1 | 13-03-2003 |
| WO 8907944 | A | 08-09-1989 | AU 4072189 A | 22-09-1989 |
| | | | DK 202790 A | 23-08-1990 |
| | | | EP 0424386 A1 | 02-05-1991 |
| | | | JP 3503167 T | 18-07-1991 |
| | | | WO 8907944 A1 | 08-09-1989 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/08229

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 9215323 | A | 17-09-1992 | AT 203166 T | 15-08-2001 |
| | | | AU 660019 B2 | 08-06-1995 |
| | | | AU 1754392 A | 06-10-1992 |
| | | | CA 2104678 A1 | 12-09-1992 |
| | | | CA 2363965 A1 | 17-09-1992 |
| | | | DE 69231946 D1 | 23-08-2001 |
| | | | DE 69231946 T2 | 04-04-2002 |
| | | | DK 575555 T3 | 05-11-2001 |
| | | | EP 0575555 A1 | 29-12-1993 |
| | | | ES 2161693 T3 | 16-12-2001 |
| | | | GR 3036950 T3 | 31-01-2002 |
| | | | JP 6506360 T | 21-07-1994 |
| | | | US 2003125230 A1 | 03-07-2003 |
| | | | WO 9215323 A1 | 17-09-1992 |
| | | | US 2003105004 A1 | 05-06-2003 |
| | | | US 5656593 A | 12-08-1997 |
| | | | US 6333312 B1 | 25-12-2001 |
| | | | US 6153583 A | 28-11-2000 |
| | | | US 2003104993 A1 | 05-06-2003 |
| | | | US 6211146 B1 | 03-04-2001 |
| | | | US 2003109445 A1 | 12-06-2003 |
| | | | US 6395883 B1 | 28-05-2002 |
| | | | US 6565843 B1 | 20-05-2003 |
| | | | US 5674844 A | 07-10-1997 |
| | | | US 6194376 B1 | 27-02-2001 |
| | | | US 6288031 B1 | 11-09-2001 |
| | | | US 6077823 A | 20-06-2000 |
| | | | US 5849686 A | 15-12-1998 |
| | | | US 5741641 A | 21-04-1998 |
| | | | US 6495513 B1 | 17-12-2002 |
| | | | US 5834179 A | 10-11-1998 |
| | | | US 6399569 B1 | 04-06-2002 |
| | | | US 5972884 A | 26-10-1999 |
| | | | US 5739107 A | 14-04-1998 |
| | | | US 6531445 B1 | 11-03-2003 |
| | | | US 5652337 A | 29-07-1997 |
| | | | US 6090776 A | 18-07-2000 |
| | | | US 5652118 A | 29-07-1997 |
| | | | US 5707810 A | 13-01-1998 |
| | | | US 5733878 A | 31-03-1998 |
| | | | US 6071708 A | 06-06-2000 |
| | | | US 5854071 A | 29-12-1998 |
| | | | US 5994131 A | 30-11-1999 |
| | | | US 2002049159 A1 | 25-04-2002 |
| | | | US 6506729 B1 | 14-01-2003 |
| | | | US 2003224979 A1 | 04-12-2003 |
| US 4992419 | A | 12-02-1991 | DE 3729863 A1 | 16-03-1989 |
| | | | AT 77556 T | 15-07-1992 |
| | | | AU 2173988 A | 27-04-1989 |
| | | | CA 1330301 C | 21-06-1994 |
| | | | CN 1031801 A ,B | 22-03-1989 |
| | | | CS 8805901 A2 | 13-12-1990 |
| | | | DD 273004 A5 | 01-11-1989 |
| | | | DE 3872334 D1 | 30-07-1992 |
| | | | DK 483188 A | 06-03-1989 |
| | | | EP 0306824 A2 | 15-03-1989 |
| | | | ES 2051806 T3 | 01-07-1994 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/08229

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 4992419 | A | FI 884051 A ,B, | 06-03-1989 |
| | | GR 3005454 T3 | 24-05-1993 |
| | | HK 89495 A | 16-06-1995 |
| | | HU 47863 A2 | 28-04-1989 |
| | | IE 60310 B1 | 29-06-1994 |
| | | IL 87628 A | 08-07-1993 |
| | | JP 1071818 A | 16-03-1989 |
| | | JP 2057196 C | 23-05-1996 |
| | | JP 7080782 B | 30-08-1995 |
| | | KR 9609929 B1 | 25-07-1996 |
| | | LV 10178 A ,B | 20-10-1994 |
| | | LV 10393 A ,B | 20-02-1995 |
| | | MX 12880 A | 01-12-1993 |
| | | NO 883926 A ,B, | 06-03-1989 |
| | | NZ 225975 A | 26-07-1991 |
| | | PH 25618 A | 08-08-1991 |
| | | PL 274485 A1 | 17-04-1989 |
| | | PT 88417 A ,B | 31-07-1989 |
| | | RU 2043118 C1 | 10-09-1995 |
| | | RU 2100032 C1 | 27-12-1997 |
| | | ZA 8806528 A | 30-05-1989 |
| US 5198417 | A | 30-03-1993 | |
| | | US 4921837 A | 01-05-1990 |
| | | AT 79761 T | 15-09-1992 |
| | | AU 589731 B2 | 19-10-1989 |
| | | AU 6739787 A | 01-07-1987 |
| | | DE 3686582 D1 | 01-10-1992 |
| | | DE 3686582 T2 | 28-01-1993 |
| | | EP 0246322 A1 | 25-11-1987 |
| | | JP 7064742 B | 12-07-1995 |
| | | JP 63502342 T | 08-09-1988 |
| | | WO 8703204 A1 | 04-06-1987 |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 A61K38/18 A61P9/00 A61L27/38

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 A61K A61P A61L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, BIOSIS, EMBASE, CHEM ABS Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|------------------------------|
| P, X | WO 03/057242 A (BRUS RONALD HENDRIK PETER ; CRUCELL HOLLAND B V (NL); DE BOER RUDOLF A) 17. Juli 2003 (2003-07-17) Ansprüche | 1-12, 15-25, 37-40, 42 |
| X | WO 02/14356 A (ALTHOFF CLAUDIA ; THOMPSON LAWRENCE H (US)) 21. Februar 2002 (2002-02-21) Ansprüche 1, 42 | 1-12, 15-25, 37-40, 42 |
| X | US 2002/065214 A1 (SILVERBERG DONALD S ET AL) 30. Mai 2002 (2002-05-30) Ansprüche | 1-12, 15-25, 37-40 |

-/--

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. März 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20. 04. 2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Winger, R

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|-----------------------------|
| X | WO 00/61164 A (KENNETH S WARREN LAB) 19. Oktober 2000 (2000-10-19) Ansprüche 1,6,7 | 1-12, 15-25, 37-40,42 |
| X | WO 98/10650 A (ANAGNOSTOU ATHANASIOS A ; SIGOUNAS GEORGE (US); UNIV EAST CAROLINA (US) 19. März 1998 (1998-03-19) | 1-12, 15-25, 37-40,42 |
| Y | Seite 4, Spalte 20 - Spalte 35; Anspruch 16 Seite 7, Zeile 25 - Seite 8, Zeile 4 | 1-42 |
| X | US 5 980 887 A (ISNER JEFFREY M ET AL) 9. November 1999 (1999-11-09) | 1-12, 15-25, 37-40,42 |
| Y | Spalte 3, Absatz 1; Ansprüche 7-11 | 1-42 |
| X | BUEMI M ET AL: "Recombinant erythropoietin prevents the progression of atherosclerosis in Watanabe rabbits with hereditary hypocholesterolemia" NEPHROLOGY DIALYSIS TRANSPLANTATION, Bd. 12, Nr. 9, 1997, Seite A190, XP0009021639 & ANNUAL CONGRESS OF THE EUROPEAN RENAL ASSOCIATION AND THE EUROPEAN DIALYSIS AND TRANSPLANT ASSOCIATI; GENEVA, SWITZERLAND; SEPTEMBER 21-24, 1997 ISSN: 0931-0509 Zusammenfassung | 1-12, 15-25, 37-40,42 |
| X | BUEMI M ET AL: "Recombinant human erythropoietin (rHuEPO): More than just the correction of uremic anemia" JOURNAL OF NEPHROLOGY 2002 ITALY, Bd. 15, Nr. 2, 2002, Seiten 97-103, XP0009021789 ISSN: 1121-8428 | 1-12, 15-25, 37-40,42 |
| Y | Seite 99, Spalte 1 Seite 101, Spalte 1 Seite 101, Spalte 2 | 1-42 |
| X | MASUDA SEIJI ET AL: "Erythropoietic, neurotrophic, and angiogenic functions of erythropoietin and regulation of erythropoietin production" INTERNATIONAL JOURNAL OF HEMATOLOGY, Bd. 70, Nr. 1, Juli 1999 (1999-07), Seiten 1-6, XP0009021621 & ISSN: 0925-5710 | 1-12, 15-25, 37-40 |
| Y | Seite 3, Spalte 2, Absatz 3 - Seite 4, Spalte 1, Absatz 3; Abbildung 1 | 1-42 |
| | -/- | |

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X | KRAUSE K ET AL: "Recombinant human erythropoietin and VEGF have equal angiogenic potency: Investigation in a novel in vitro assay of human vascular tissues" EUROPEAN HEART JOURNAL, Bd. 22, Nr. Abstract Supplement, September 2001 (2001-09), Seite 154, XP0001097312 & XXIII CONGRESS OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY TOGETHER WITH THE 36TH ANNUAL GENERAL MEETING 0; STOCKHOLM, SWEDEN; SEPTEMBER 01-05, 2001 ISSN: 0195-668X | 1-6 |
| Y | Zusammenfassung | 1-42 |
| Y | MASCHIO G: "Erythropoietin and systemic hypertension" NEPHROLOGY DIALYSIS TRANSPLANTATION, Bd. 10, Nr. SUPPL. 2, 1995, Seiten 74-79, XP0009021640 & ISSN: 0931-0509 Zusammenfassung | 1-27, 37-42 |
| P,Y | DATABASE BIOSIS 'Online! BIOSCIENCES INFORMATION SERVICE, PHILADELPHIA, PA, US; November 2002 (2002-11), KASHIWAGI M ET AL: "Hypertension in a pregnancy with renal anemia after recombinant human erythropoietin (rhEPO) therapy." XP002275413 Database accession no. PREV200300039039 Zusammenfassung & ARCHIVES OF GYNECOLOGY AND OBSTETRICS, Bd. 267, Nr. 1, November 2002 (2002-11), Seiten 54-56, ISSN: 0932-0067 | 1-27, 37-42 |
| Y | DATABASE BIOSIS 'Online! BIOSCIENCES INFORMATION SERVICE, PHILADELPHIA, PA, US; 1997, CONRAD KIRK P ET AL: "Placental cytokines and the pathogenesis of preeclampsia" XP002275414 Database accession no. PREV199799525116 Zusammenfassung & AMERICAN JOURNAL OF REPRODUCTIVE IMMUNOLOGY, Bd. 37, Nr. 3, 1997, Seiten 240-249, ISSN: 1046-7408 | 1-27, 37-42 |
| | -/- | |

| C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
|--|--|-----------------------------|
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| P,X | WO 03/037273 A (UNIV UTAH RES FOUND) 8. Mai 2003 (2003-05-08) Ansprüche | 1-12, 15-25, 37-40,42 |
| X | DATABASE EMBASE 'Online! ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, AMSTERDAM, NL; 2000, CASES A: "Recombinant human erythropoietin treatment in chronic renal failure: Effects on hemostasis and vasculature" XP002275415 Database accession no. EMB-2000364537 Zusammenfassung & DRUGS OF TODAY 2000 SPAIN, Bd. 36, Nr. 8, 2000, Seiten 541-556, ISSN: 0025-7656 | 1-12, 15-25, 37-40,42 |
| X | DATABASE MEDLINE 'Online! US NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE (NLM), BETHESDA, MD, US; Mai 1996 (1996-05), BRAGA J ET AL: "Maternal and perinatal implications of the use of human recombinant erythropoietin." XP002275416 Database accession no. NLM8677769 Zusammenfassung & ACTA OBSTETRICIA ET GYNECOLOGICA SCANDINAVICA. MAY 1996, Bd. 75, Nr. 5, Mai 1996 (1996-05), Seiten 449-3, ISSN: 0001-6349 | 1-12, 15-25, 37-40,42 |
| P,X | WO 02/085940 A (ESCARY JEAN-LOUIS ; GENODYSSEE (FR)) 31. Oktober 2002 (2002-10-31) Ansprüche 28-30 | 1-12, 15-25, 37-40,42 |
| X | DATABASE BIOSIS 'Online! BIOSCIENCES INFORMATION SERVICE, PHILADELPHIA, PA, US; 16. November 2001 (2001-11-16), ARCASOY MURAT O ET AL: "Erythropoietin (EPO) stimulates angiogenesis in vivo and promotes wound healing" XP002275417 Database accession no. PREV200200261552 Zusammenfassung -/- | 1-12, 15-25, 37-40,42 |

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| | & BLOOD, Bd. 98, Nr. 11 Part 1, 16. November 2001 (2001-11-16), Seiten 822a-823a, 43RD ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN SOCIETY OF HEMATOLOGY, PART 1; ORLANDO, FLORIDA, USA; DECEMBER 07-11, 2001 ISSN: 0006-4971 | |
| Y | WO 89/07944 A (US COMMERCE ; AMERICAN NAT RED CROSS (US)) 8. September 1989 (1989-09-08) Seite 16, Zeile 10 - Zeile 15 Seite 19, Zeile 16 - Zeile 27 Ansprüche | 28-40 |
| Y | WO 92/15323 A (CREATIVE BIOMOLECULES INC) 17. September 1992 (1992-09-17) Seite 3, Zeile 5; Ansprüche | 28-40 |
| X | US 4 992 419 A (GRUBER WERNER ET AL) 12. Februar 1991 (1991-02-12) Ansprüche 1,4; Beispiel 7 | 41-43,45 |
| X | US 5 198 417 A (DONAHUE ROBERT E) 30. März 1993 (1993-03-30) Ansprüche 1-3; Beispiele 1-3 | 41-43 |
| X | DATABASE BIOSIS 'Online! BIOSCIENCES INFORMATION SERVICE, PHILADELPHIA, PA, US; November 1998 (1998-11), ALVAREZ ARROYO MARIA VICTORIA ET AL: "Role of vascular endothelial growth factor on erythropoietin-related endothelial cell proliferation" XP002275418 Database accession no. PREV199800506855 Zusammenfassung & JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY OF NEPHROLOGY, Bd. 9, Nr. 11, November 1998 (1998-11), Seiten 1998-2004, ISSN: 1046-6673 | 41-43 |

Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☒ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
Obwohl die Ansprüche 1-14, 28 und 31 sich auf ein Verfahren zur Behandlung des menschlichen/tierischen Körpers beziehen, wurde die Recherche durchgeführt und gründete sich auf die angeführten Wirkungen der Verbindung.
2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☒ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- ☒ Die Zahlung zusätzlicher Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Fortsetzung von Feld I.1

Obwohl die Ansprüche 1-14, 28 und 31 sich auf ein Verfahren zur Behandlung des menschlichen/tierischen Körpers beziehen, wurde die Recherche durchgeführt und gründete sich auf die angeführten Wirkungen der Verbindung.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-6, 7-24 (teilweise), 36-40 (teilweise), 42

Verwendung von EPO zur Stimulation endothelialer Vorläuferzellen und zur Therapie von Krankheiten des kardiovaskulären Formenkreises (Hypercholesterinämie, Diabetes, chronische Entzündungserkrankungen, Atherosklerose, koronare Herzkrankheit, Myokard-Ischämie, Angina pectoris, altersbedingte Herz-Kreislaufkrankung, ischämische Erkrankungen, Raynaud-Krankheit, Herzinsuffizienz) sowie pharmazeutische Zusammensetzungen zur medizinischen Verwendung umfassend EPO.

2. Ansprüche: 7-24 (teilweise), 36-40 (teilweise)

Verwendung von EPO zur Therapie von Endotheliose.

3. Ansprüche: 7-24 (teilweise), 36-40 (teilweise)

Verwendung von EPO zur Therapie von Präeklampsie und schwangerschaftsinduzierter Hypertonie.

4. Ansprüche: 7-24 (teilweise), 36-40 (teilweise)

Verwendung von EPO zur Therapie von Niereninsuffizienz.

5. Ansprüche: 7-24 (teilweise), 36-40 (teilweise)

Verwendung von EPO zur Wundheilung.

6. Ansprüche: 28-35, 36-40 (teilweise)

Verwendung von EPO zur Herstellung von transplantierbaren Endothelzell-Präparaten, zur Herstellung zellhaltiger Organ- oder Gewebesysteme und zur Herstellung von Herzklappen.

7. Ansprüche: 25-27, 36-40 (teilweise), 41, 43-45

Pharmazeutische Zusammensetzungen enthaltend EPO sowie einen weiteren Wirkstoff und deren Verwendung.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/08229

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|----|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 03057242 | A | 17-07-2003 | WO 03057242 A1 | 17-07-2003 |
| WO 0214356 | A | 21-02-2002 | AU 9175501 A | 25-02-2002 |
| | | | BR 0113189 A | 16-09-2003 |
| | | | CA 2418531 A1 | 21-02-2002 |
| | | | CZ 20030406 A3 | 18-06-2003 |
| | | | WO 0214356 A2 | 21-02-2002 |
| | | | EP 1317276 A2 | 11-06-2003 |
| | | | HU 0300740 A2 | 29-09-2003 |
| US 2002065214 | A1 | 30-05-2002 | KEINE | |
| WO 0061164 | A | 19-10-2000 | AU 4348700 A | 14-11-2000 |
| | | | BG 106058 A | 29-12-2002 |
| | | | BR 0009737 A | 14-01-2003 |
| | | | CA 2383940 A1 | 19-10-2000 |
| | | | CZ 20013695 A3 | 13-02-2002 |
| | | | EP 1171147 A1 | 16-01-2002 |
| | | | HU 0201598 A2 | 28-09-2002 |
| | | | JP 2003520194 T | 02-07-2003 |
| | | | NO 20014991 A | 15-11-2001 |
| | | | PL 352223 A1 | 11-08-2003 |
| | | | SK 14412001 A3 | 05-03-2002 |
| | | | TR 200103785 T2 | 21-06-2002 |
| | | | WO 0061164 A1 | 19-10-2000 |
| | | | ZA 200108407 A | 13-02-2003 |
| WO 9810650 | A | 19-03-1998 | US 2002052309 A1 | 02-05-2002 |
| | | | CA 2265547 A1 | 19-03-1998 |
| | | | CN 1429623 A | 16-07-2003 |
| | | | CN 1235512 A ,B | 17-11-1999 |
| | | | EP 0933995 A1 | 11-08-1999 |
| | | | JP 2001503028 T | 06-03-2001 |
| | | | WO 9810650 A1 | 19-03-1998 |
| | | | US 5922674 A | 13-07-1999 |
| US 5980887 | A | 09-11-1999 | AU 743267 B2 | 24-01-2002 |
| | | | AU 5243298 A | 29-05-1998 |
| | | | CA 2271690 A1 | 14-05-1998 |
| | | | EP 0941125 A1 | 15-09-1999 |
| | | | JP 2001503427 T | 13-03-2001 |
| | | | WO 9819712 A1 | 14-05-1998 |
| | | | US 6569428 B1 | 27-05-2003 |
| WO 03037273 | A | 08-05-2003 | US 2003083251 A1 | 01-05-2003 |
| | | | WO 03037273 A2 | 08-05-2003 |
| WO 02085940 | A | 31-10-2002 | FR 2823220 A1 | 11-10-2002 |
| | | | CA 2443373 A1 | 31-10-2002 |
| | | | WO 02085940 A2 | 31-10-2002 |
| | | | EP 1383927 A2 | 28-01-2004 |
| | | | US 2003050269 A1 | 13-03-2003 |
| WO 8907944 | A | 08-09-1989 | AU 4072189 A | 22-09-1989 |
| | | | DK 202790 A | 23-08-1990 |
| | | | EP 0424386 A1 | 02-05-1991 |
| | | | JP 3503167 T | 18-07-1991 |
| | | | WO 8907944 A1 | 08-09-1989 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/08229

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 9215323 A | 17-09-1992 | AT 203166 T | 15-08-2001 |
| | | AU 660019 B2 | 08-06-1995 |
| | | AU 1754392 A | 06-10-1992 |
| | | CA 2104678 A1 | 12-09-1992 |
| | | CA 2363965 A1 | 17-09-1992 |
| | | DE 69231946 D1 | 23-08-2001 |
| | | DE 69231946 T2 | 04-04-2002 |
| | | DK 575555 T3 | 05-11-2001 |
| | | EP 0575555 A1 | 29-12-1993 |
| | | ES 2161693 T3 | 16-12-2001 |
| | | GR 3036950 T3 | 31-01-2002 |
| | | JP 6506360 T | 21-07-1994 |
| | | US 2003125230 A1 | 03-07-2003 |
| | | WO 9215323 A1 | 17-09-1992 |
| | | US 2003105004 A1 | 05-06-2003 |
| | | US 5656593 A | 12-08-1997 |
| | | US 6333312 B1 | 25-12-2001 |
| | | US 6153583 A | 28-11-2000 |
| | | US 2003104993 A1 | 05-06-2003 |
| | | US 6211146 B1 | 03-04-2001 |
| | | US 2003109445 A1 | 12-06-2003 |
| | | US 6395883 B1 | 28-05-2002 |
| | | US 6565843 B1 | 20-05-2003 |
| | | US 5674844 A | 07-10-1997 |
| | | US 6194376 B1 | 27-02-2001 |
| | | US 6288031 B1 | 11-09-2001 |
| | | US 6077823 A | 20-06-2000 |
| | | US 5849686 A | 15-12-1998 |
| | | US 5741641 A | 21-04-1998 |
| | | US 6495513 B1 | 17-12-2002 |
| | | US 5834179 A | 10-11-1998 |
| | | US 6399569 B1 | 04-06-2002 |
| | | US 5972884 A | 26-10-1999 |
| | | US 5739107 A | 14-04-1998 |
| | | US 6531445 B1 | 11-03-2003 |
| | | US 5652337 A | 29-07-1997 |
| | | US 6090776 A | 18-07-2000 |
| | | US 5652118 A | 29-07-1997 |
| | | US 5707810 A | 13-01-1998 |
| | | US 5733878 A | 31-03-1998 |
| | | US 6071708 A | 06-06-2000 |
| | | US 5854071 A | 29-12-1998 |
| | | US 5994131 A | 30-11-1999 |
| | | US 2002049159 A1 | 25-04-2002 |
| | | US 6506729 B1 | 14-01-2003 |
| | | US 2003224979 A1 | 04-12-2003 |
| US 4992419 A | 12-02-1991 | DE 3729863 A1 | 16-03-1989 |
| | | AT 77556 T | 15-07-1992 |
| | | AU 2173988 A | 27-04-1989 |
| | | CA 1330301 C | 21-06-1994 |
| | | CN 1031801 A ,B | 22-03-1989 |
| | | CS 8805901 A2 | 13-12-1990 |
| | | DD 273004 A5 | 01-11-1989 |
| | | DE 3872334 D1 | 30-07-1992 |
| | | DK 483188 A | 06-03-1989 |
| | | EP 0306824 A2 | 15-03-1989 |
| | | ES 2051806 T3 | 01-07-1994 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/08229

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 4992419 A | | FI 884051 A ,B, | 06-03-1989 |
| | | GR 3005454 T3 | 24-05-1993 |
| | | HK 89495 A | 16-06-1995 |
| | | HU 47863 A2 | 28-04-1989 |
| | | IE 60310 B1 | 29-06-1994 |
| | | IL 87628 A | 08-07-1993 |
| | | JP 1071818 A | 16-03-1989 |
| | | JP 2057196 C | 23-05-1996 |
| | | JP 7080782 B | 30-08-1995 |
| | | KR 9609929 B1 | 25-07-1996 |
| | | LV 10178 A ,B | 20-10-1994 |
| | | LV 10393 A ,B | 20-02-1995 |
| | | MX 12880 A | 01-12-1993 |
| | | NO 883926 A ,B, | 06-03-1989 |
| | | NZ 225975 A | 26-07-1991 |
| | | PH 25618 A | 08-08-1991 |
| | | PL 274485 A1 | 17-04-1989 |
| | | PT 88417 A ,B | 31-07-1989 |
| | | RU 2043118 C1 | 10-09-1995 |
| | | RU 2100032 C1 | 27-12-1997 |
| | | ZA 8806528 A | 30-05-1989 |
| US 5198417 A | 30-03-1993 | US 4921837 A | 01-05-1990 |
| | | AT 79761 T | 15-09-1992 |
| | | AU 589731 B2 | 19-10-1989 |
| | | AU 6739787 A | 01-07-1987 |
| | | DE 3686582 D1 | 01-10-1992 |
| | | DE 3686582 T2 | 28-01-1993 |
| | | EP 0246322 A1 | 25-11-1987 |
| | | JP 7064742 B | 12-07-1995 |
| | | JP 63502342 T | 08-09-1988 |
| | | WO 8703204 A1 | 04-06-1987 |

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. Februar 2004 (12.02.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/012759 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **A61K 38/18**,
A61P 9/00, A61L 27/38

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/008229

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Juli 2003 (25.07.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 34 192.3 26. Juli 2002 (26.07.2002) DE

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: **BAHLMANN, Ferdinand, Hermann**
[DE/DE]; Tieckstrasse 24, 30625 Hannover (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **HALLER, Hermann**
[DE/DE]; An der Trift 8D, 30559 Hannover (DE).

(74) Anwälte: **SCHRELL, Andreas** usw.; Leitzstrasse 45,
70469 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,

CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,
PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- mit geänderten Ansprüchen

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen
Recherchenberichts: 3. Juni 2004

Veröffentlichungsdatum der geänderten Ansprüche:
8. Juli 2004

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.*

(54) Title: USE OF ERYTHROPOIETIN

(54) Bezeichnung: ERYTHROPOETIN ZUR STIMULATION ENDOTHELIALER VOLÄUFERZELLEN

(57) Abstract: The invention relates to the use of erythropoietin for stimulation of the physiological mobilisation, proliferation and differentiation of endothelial precursor cells, for stimulation of vasculogenesis, for the treatment of diseases related to a dysfunction of endothelial precursor cells and for the production of pharmaceutical compositions for the treatment of such diseases and pharmaceutical compositions comprising erythropoietin and other agents suitable for stimulation of endothelial precursor cells.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft die Verwendung von Erythropoietin zur Stimulierung der physiologischen Mobilisierung, Proliferation und Differenzierung endothelialer Vorläuferzellen, zur Stimulierung der Vaskulogenese, zur Therapie von Krankheiten, die mit einer Dysfunktion endothelialer Vorläuferzellen im Zusammenhang stehen, und zur Herstellung pharmazeutischer Zusammensetzungen zur Behandlung derartiger Krankheiten sowie pharmazeutische Zusammensetzungen, die Erythropoietin und andere geeignete Wirkstoffe zur Stimulation endothelialer Vorläuferzellen umfassen.

WO 2004/012759 A3

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

[beim Internationalen Büro am 04 Juni. 2004 (04.06.04) eingegangen,
ursprüngliche Ansprüche 1-45 durch geänderte Ansprüche 1-43 ersetzt]

5 Ansprüche

1. Verwendung von Erythropoietin zur Herstellung einer pharmazeutischen Zusammensetzung enthaltend eine Dosis von 500 bis 2000 Einheiten EPO/Woche/Patient zur Behandlung von chronischer Niereninsuffizienz.
- 10 2. Verwendung von Erythropoietin zur Herstellung einer pharmazeutischen Zusammensetzung enthaltend eine Dosis von 500 bis 2000 Einheiten EPO/Woche/Patient zur Behandlung von akuter Niereninsuffizienz.
- 15 3. Verwendung von Erythropoietin zur Herstellung einer pharmazeutischen Zusammensetzung enthaltend eine Dosis von 500 bis 2000 Einheiten EPO/Woche/Patient zur Wundheilung.
- 20 4. Verwendung von Erythropoietin zur Herstellung einer pharmazeutischen Zusammensetzung enthaltend eine Dosis von 500 bis 2000 Einheiten EPO/Woche/Patient zur Therapie von Hypercholesterinämie, Diabetes mellitus, Endothel-vermittelten chronischen Entzündungserkrankungen, Endotheliose einschließlich Retikuloendotheliose, Atherosklerose, koronarer Herzkrankheit, Myokard-Ischämie, Angina pectoris, altersbedingter Herz-Kreislauf-Erkrankung, ischämischen Erkrankungen der Extremitäten, Präeklampsie, Raynaud-Krankheit,
25 Krankheit, schwangerschaftsinduzierter Hypertonie oder Herzinsuffizienz.

5. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die pharmazeutische Zusammensetzung zur parenteralen, insbesondere intravenösen, intramuskulären, intrakutanen oder subkutanen Verabreichung geeignet ist.
- 5 6. Verwendung nach Anspruch 5, wobei die pharmazeutische Zusammensetzung als Injektion oder Infusion vorliegt.
7. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die pharmazeutische Zusammensetzung zur pulmonalen Verabreichung geeignet ist.
- 10 8. Verwendung nach Anspruch 7, wobei die pharmazeutische Zusammensetzung als wässrige Lösung, nicht-wässrige Lösung oder Pulver vorliegt.
9. Verwendung nach Anspruch 7 oder 8, wobei die pharmazeutische Zusammensetzung in Form eines Aerosol-Präparates vorliegt.
- 15 10. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die pharmazeutische Zusammensetzung zur oralen Verabreichung geeignet ist.
11. Verwendung nach Anspruch 10, wobei die pharmazeutische Zusammensetzung als Lösung, Suspension, Emulsion oder Tablette
- 20 vorliegt.
12. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die pharmazeutische Zusammensetzung mindestens einen weiteren Wirkstoff zur Stimulation endothelialer Vorläuferzellen enthält.

13. Verwendung nach Anspruch 12, wobei es sich bei dem weiteren Wirkstoff um VEGF, PIGF, GM-CSF, einen HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor und/oder einen NO-Donator insbesondere L-Arginin handelt.
14. Verwendung nach Anspruch 13, wobei der HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor ein Statin wie Simvastatin, Mevastatin oder Atorvastatin ist.
15. Verwendung von Erythropoietin zur Herstellung eines transplantierbaren Endothelzell-Präparates.
16. Verwendung nach Anspruch 15, wobei Endothelzellen in vitro durch Kultivierung endothelialer Vorläuferzellen in Gegenwart von Erythropoietin hergestellt werden.
17. Verwendung nach Anspruch 15 oder 16, wobei die Kultivierung der endothelialen Vorläuferzellen in Gegenwart mindestens eines weiteren Wirkstoffes ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus VEGF, PIGF, GM-CSF, einem HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor, insbesondere Simvastatin, Mevastatin oder Atorvastatin, und einem NO-Donator, insbesondere L-Arginin, erfolgt.
18. Verwendung von Erythropoietin zur Vorbehandlung und/oder Weiterbehandlung von Gewebe- oder Organtransplantaten.
19. Verwendung nach Anspruch 18, wobei die Vorbehandlung der Gewebe- oder Organtransplantate unter Verwendung isolierter endothelialer Vorläuferzellen erfolgt.
20. Verwendung von Erythropoietin zur Herstellung implantierbarer oder transplantierbarer zellhaltiger in vitro-Organ- oder Gewebesys-

teme, wobei die in vitro-Organ- oder Gewebesysteme vor Transplantation oder Implantation zur Induktion von Vaskulogenese und/oder Endothelzell-Bildung mit Erythropoietin behandelt werden.

21. Verwendung nach Anspruch 20, wobei die in vitro-Organ- oder Gewebesysteme endotheliale Vorläuferzellen enthalten.

22. Verwendung von Erythropoietin zur Herstellung von Gefäßprothesen oder Herzklappen, wobei die Gefäßprothesen oder Herzklappen mit Erythropoietin beschichtet werden.

23. Verwendung nach Anspruch 22, wobei die Beschichtung der Gefäßprothesen oder Herzklappen endotheliale Vorläuferzellen enthält.

24. Verwendung von Erythropoietin und/oder Derivaten davon in einer Dosis von 500 bis 2000 Einheiten EPO/Woche/Patient zur Stimulation der physiologischen Mobilisierung endothelialer Vorläuferzellen, der Proliferation endothelialer Vorläuferzellen, der Differenzierung endothelialer Vorläuferzellen zu Endothelzellen und/oder der Migration endothelialer Vorläuferzellen in Richtung eines angiogenen oder vaskulogenen Stimulus.

25. Verwendung nach Anspruch 24, wobei die Fähigkeit sich differenzierender endothelialer Vorläuferzellen zur Adhäsion gesteigert wird.

26. Verwendung nach Anspruch 24 oder 25, wobei die Stimulation endothelialer Vorläuferzellen zur Bildung von Endothelgewebe führt.

27. Verwendung nach einem der Ansprüche 24 bis 26, wobei die Stimulation der endothelialen Vorläuferzellen zur Ausbildung neuer Blutgefäße führt.
28. Verwendung von Erythropoietin und/oder Derivaten davon in einer Dosis von 500 bis 2000 Einheiten EPO/Woche/Patient zur Stimulation der Bildung von Endothelgewebe.
29. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 28, wobei Erythropoietin menschliches oder tierisches Erythropoietin ist.
30. Verwendung nach Anspruch 29, wobei Erythropoietin ein Derivat, ein Analog, eine Modifikation oder ein Mutein von Erythropoietin ist.
31. Verwendung nach Anspruch 29 oder 30, wobei Erythropoietin aus menschlichem Urin, dem Urin oder Plasma von an aplastischer Anämie leidenden Patienten, Gewebekulturen von menschlichen Nierenkrebszellen, die Fähigkeit zur Bildung von menschlichem Erythropoietin aufweisenden menschlichen Lymphoblastenzellen oder einer durch Zellfusion einer menschlichen Zelllinie erhaltenen Hybridomkultur isoliert ist.
32. Verwendung nach Anspruch 29 oder 30, wobei Erythropoietin ein mittels DNA-Rekombinationstechniken hergestelltes Erythropoietin ist.
33. Pharmazeutische Zusammensetzung zur Stimulation endothelialer Vorläuferzellen, zur Stimulation der Bildung von Endothelgewebe, zur Stimulation von Vaskulogenese und/oder zur Behandlung von Krankheiten oder Krankheitszuständen, die im Zusammenhang mit einer Dysfunktion endothelialer Vorläuferzellen stehen, umfassend

Erythropoietin und/oder ein Derivat, ein Analog, eine Modifikation oder ein Mutein davon als Wirkstoff in einer Dosis von 500 bis 2000 Einheiten EPO/Woche/Patient sowie mindestens einen weiteren Wirkstoff ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus VEGF, PIGF, GM-CSF, einem HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor und einem NO-Donator.

34. Pharmazeutische Zusammensetzung zur Prophylaxe und/oder Therapie von Hypercholesterinämie, Diabetes mellitus, Endothel-vermittelten chronischen Entzündungserkrankungen, Endotheliose einschließlich Retikuloendotheliose, Atherosklerose, koronarer Herzkrankheit, Myokard-Ischämie, Angina pectoris, altersbedingter Herz-Kreislauf-Erkrankung, ischämischen Erkrankungen der Extremitäten, Präeklampsie, Raynaud-Krankheit, schwangerschaftsinduzierter Hypertonie, chronischer oder akuter Niereninsuffizienz, insbesondere terminaler Niereninsuffizienz, Herzinsuffizienz, Wundheilung und Folgeerkrankungen davon, umfassend Erythropoietin und/oder ein Derivat, ein Analog, eine Modifikation oder ein Mutein davon als Wirkstoff in einer Dosis von 500 bis 2000 Einheiten/Woche/Patient.

35. Pharmazeutische Zusammensetzung nach Anspruch 34, zusätzlich umfassend einen weiteren Wirkstoff ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus VEGF, PIGF, GM-CSF, einem HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor und einem NO-Donator.

36. Pharmazeutische Zusammensetzung nach Anspruch 33 oder 35, wobei der HMG-CoA-Reduktase-Inhibitor ein Statin wie Simvastatin, Mevastatin oder Atorvastatin ist.

37. Pharmazeutische Zusammensetzung nach Anspruch 33 oder 35, wobei der NO-Donator L-Arginin ist.

38. Verwendung von Erythropoietin und/oder Derivaten davon in einer Dosis von 500 bis 2000 Einheiten EPO/Woche/Patient zur Stimulation der Vaskulogenese.
39. Verwendung von Erythropoietin in einer Dosis von 500 bis 2000
5 Einheiten EPO/Woche/Patient zur Therapie von Krankheitszuständen oder Krankheiten des menschlichen oder tierischen Körpers, die im Zusammenhang mit einer Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen stehen.
40. Verwendung nach Anspruch 39, wobei die Dysfunktion der endothelialen Vorläuferzellen in ihrer gestörten Fähigkeit zur Proliferation,
10 ihrer gestörten Fähigkeit zur Differenzierung zu Endothelzellen, ihrer gestörten Fähigkeit zur Adhäsion und/oder ihrer gestörten Fähigkeit zur Migration in Richtung eines vaskulogenen oder angiogenen Stimulus besteht.
41. Verwendung nach Anspruch 39 oder 40, wobei die Dysfunktion
15 von endothelialen Vorläuferzellen die Bildung von Endothelgewebe und/oder Blutgefäßen beeinträchtigt oder verhindert.
42. Verwendung nach einem der Ansprüche 39 bis 41, wobei die Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen pathogen bedingt ist.
43. Verwendung nach einem der Ansprüche 39 bis 42, wobei es sich
20 bei den Krankheitszuständen oder Krankheiten, die mit einer Dysfunktion von endothelialen Vorläuferzellen im Zusammenhang stehen, um Hypercholesterinämie, Diabetes mellitus, Endothelvermittelte chronische Entzündungserkrankungen, Endotheliose einschließlich Retikuloendotheliose, Atherosklerose, koronare Herz-
25 krankheit, Myokard-Ischämie, Angina pectoris, altersbedingte Herz-

Kreislauf-Erkrankung, ischämische Erkrankungen der Extremitäten, Präeklampsie, Raynaud-Krankheit, schwangerschaftsinduzierte Hypertonie, chronische oder akute Niereninsuffizienz, insbesondere terminale Niereninsuffizienz, Herzinsuffizienz, Wundheilung und Folgeerkrankungen davon handelt.

5